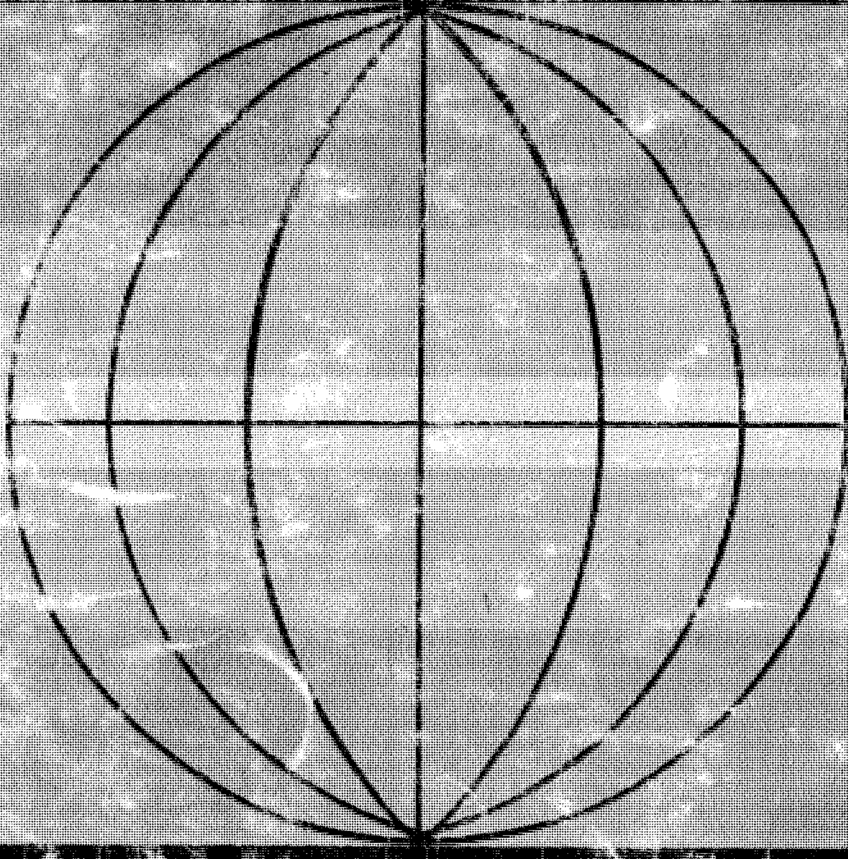
# الجغرافية الاقتصادية

## موارد الطاقة والموارد المعدنية

الجزء الثاني




أنور عبد الغني العقاد
الأستاذ المشارك بكلية العلوم الاجتماعية
جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

د. محمد عبد الحميد الحادي
الأستاذ المساعد بكلية العلوم الاجتماعية
جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

# الجغرافية الاقتصادية

## موارد الطاقة والموارد المعدنية

أنور عبد الغني العقاد
الأستاذ المحاضر في كلية العلوم الاجتماعية
بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

د. محمد عبد الحميد الحمادي
الأستاذ المساعد في كلية العلوم الاجتماعية
بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

الرياض – ص.ب: ١٠٧٢٠

بسم الله الرحمن الرحيم

# تمهيد

بسم الله الرحمن الرحيم

منذ حوالى مائتى عام دخل العالم من الباب العريض إلى عصر الصناعات الحديثة والإنتاج الكبير. وإذا كانت الإنسانية قد مرّت بعصور إنتاجية واقتصادية مميزة كعصر الجمع والالتقاط ، ثم عصر الرعى ، ثم عصر الزراعة ، فإنها تعيش الآن عصر الصناعة ، بتنوع إنتاجه ، وتعقد وسائله وآلاته ، وتداخل علاقاته الاجتماعية المميزة .

ومن أهم الأسس التى قامت عليها الحضارة للصناعة المعاصرة هو إكتشاف واستخدام موارد الطاقة والمعادن على نطاق واسع وبكميات هائلة

وقد تم توزيع المادة العلمية التى يتناولها هذا القسم بين ثلاثة أبواب . وقد قسم الباب الأول الذى يَدرس موارد الطاقة إلى خمسة فصول تتناول بالبحث أهم مصادر الطاقة وخاصة القدرة المائية ، والفحم ، والبترول ، والغاز الطبيعى ، ومصادر الطاقة الأخرى . وتدرس هذه الفصول كل مورد على حِدة منذ معرفة الإنسان له ، وتطور استغلاله ، وتوزع الإنتاج بين البلدان المختلفة ، ومدى كفايته ، وتجارته الدولية ، والظروف التى تتحكم فى الانتاج والاستهلاك والتجارة .

وتتم فى الباب الثانى دراسة المعادن مرتبة حسب أهميتها ومساهمتها فى بناء الحضارة المادية للإنسان منذ القدم حتى الزمن الحاضر . وقد قسم هذا الباب إلى ثلاثة فصول ، وسارت الدراسة فيها بنفس المنهج الذى تناول موارد الطاقة بالتتبع والوصف والتحليل والتفسير .

ومن خلال استعراض الفصول الثمانية المخصصة لدراسة موارد الطاقة والثروات المعدنية يخرج القارئ بصورة شاملة واضحة عن الإمكانات المادية

التي يزخر بها كوكب الأرض . ويعرف مراكز الإنتاج الرئيسية لكل ثروة ومورد . ويطلع على حجم المبادلات الدولية لكل سلعة داخل إقتصاد عالمي ضخم متشابك ينأى عن الإقليمية سنة بعد سنة .

وينصرف الباب الثالث إلى الحديث عن الصناعة . والتي تكون حصيلة تفاعل فكر الإنسان مع ثروات الأرض بهدف إنتاج الآلات والأدوات والحاجيات التي لا حصر لها لتأمين غذاء الإنسان وكسائه ومنزله . وتسهيل مواصلاته وتهيئة أسباب رفاهيته . وقد خصص الفصل الأول من هذا الباب للحديث عن أنماط الصناعة وتطورها وانتشارها فى مختلف أرجاء المعمورة . كما يبحث فى مقومات الصناعة الحديثة والعوامل التى تساعد على ازدهارها . أما الفصل الثانى فيلقى الضوء على أهم فروع الصناعة المعاصرة وأماكن انتشارها وإنتاجها وتبادل سلعها وما حققته من تقدم .

نرجو من الله أن نكون قد قدمنا ما فيه الخير والفائدة .

**المؤلفـان**

# الباب الأول

## موارد الطاقة

الفصل الأول : مدخل إلى دراسة الموارد المعدنية .
الفصل الثانى : القدرة المائية .
الفصل الثالث : الفحم الحجرى .
الفصل الرابع : البترول والغاز الطبيعى .
الفصل الخامس : الطاقة النووية ومصادر الطاقة الأخرى .

# الفصــل الأول

## مدخـل إلى دراسـة المـوارد المعدنيـّة

### الصفَات المميزة لاستغلال المعَادن

# مقـــدمـــة

لقد اعتبرت الأرض فيما مضى أساس الحياة الاقتصادية . سواء منها المراعي أو أراضي الفلاحة . إلا أن المنجم قد أضحى اليوم مرتكز الحياة الاقتصادية في جميع المناطق التي يتميز إقتصادها بأنه اقتصاد الآلة ـ القدرة ـ ولكن حتى الآلة الحديثة لا يمكن لها أن تعمل اليوم دون الاعتماد على الفحم والبترول وأشكال القدرة الأخرى . كما أن وجود الآلات المتعددة والمتنوعة اليوم غير ممكن لولا توفر الحديد والألمنيوم والنحاس والحديد من المعادن الأخرى . والمواد العديدة التي تعدن تعدينا .

ولتفهّمْ طبيعة الإنتاج الحديث لا بد لنا من دراسة الموارد المعدنية . سواء من حيث طبيعتها واستعمالاتها الإساسية أو الأحوال التي توجد عليها . ويتطلب فهم الاقتصاد الحديث من الإنسان أن يكون ذا خبرة ومقدرة على تقييم التوزع الجغرافي للمعادن الرئيسية . وعلى تفهم بعض العوامل التي تدخل في عملية استغلال المعادن . وبعض الشروط الخاصة لمثل هذا الاستغلال . وكذلك بعض ما يترتب على استغلال المعادن من مشاكل اجتماعية ـ اقتصادية .

## ١ ـ ١ محتـويـات الأرض

سبق لنا أن بينا في الكتاب الأول المقصود من هذا التعبير . ودرسنا أثر هذه المحتويات فيما يتصل بالترب والإنتاجية الزراعية وعلاقتها بكافة الشروط المناخية والأقاليم الزراعية . ولكن للبحث هنا وجهًا آخر يتعلق بمحتويات الأرض من المعادن المختلفة .

تنتشر تحت التربة السطحية التي سبق لنا أن درسناها أو على عمق قريب منها مجموعة

مختلفة من الصخور ، قد يَضم بعضها تجمعات هامة من المعادن التى يستند عليها الاقتصاد الحديث فى إنتاج آلاف الأشياء الضرورية لحياة الإنسان ورفاهيته .

ولا يقتصر وجود المعادن فى الحقيقة على ما يستغله الإنسان منها لتحقيق رفاهيته وتقدمه ، بل يتعدى ذلك إلى المعادن التى تدخل فى تركيب الصخور ، وهى كثيرة جدًا ، إلا أن لبعضها فقط أهمية ضئيلة فى اقتصادنا الحالى .

ومن أهم هذه المعادن الداخلة فى تركيب الصخور والتى يستفاد منها من الناحية الإقتصادية نجد الكوارتز والفلدسبار والميكا والهورن بلند والكاليست .

وسنعرض بصورة جد مختصرة إلى تركيب كل منها وإلى فوائده الاقتصادية .

١ ـ **الكوارتز** : وهو عبارة عن مركب كيماوى متبلور من مادتى السيلكون والأوكسجين ، وهو عديم اللون فى حالته النقية ولكنه يتلون بوجود المعادن الأخرى التى ترافقه ولا تدخل فى تركيبه .

ويستفاد من هذا المعدن فى صناعة الزجاج والخزف وبكميات قليلة فى صناعة خلائط الأسمنت البورتلاندى .

٢ ـ **الفلدسبار** : أو الصفاح ـ ويسمى أيضا صخر الحقول ، وهو عبارة عن مجموعة من المعادن المتشابهة بخواصها الكيماوية والفيزيائية . ينجم عن انحلالها أملاح ذات أهمية كبيرة لتغذية النباتات وجزئيات ناعمة من الغضار كالكاولان والسليس الغروى .

ويستفاد من الصفاح بصورة خاصة لصناعة الخزف والبورسلين .

٣ ـ **الميكا** : وتدل على عدد من معادن الصخور ، ويتروج لون الميكا بين الأبيض الشفاف والأسود ، وإذا تعرضت للتجوية تفتتت ، إلا أنها تقاوم الإنحلال ويستفاد منها لصنع الصفائح العازلة فى الصناعات الكهربائية ولنوافذ المدافئ الشبيهة بالزجاج نظرًا لمقاومتها للاحتراق .

٤ ـ **الهورن بلند** . وهو أكثر معادن الصخور انتشارًا ، وقساوته أقل من قساوة الفلد سبار ، ولكنه عديد الألوان إلا أنه يغلب أن يكون بنيًا مسودًا أو أسود تماما . وفى حالة انحلاله يعطى ترباً متشابهة للتى يعطيها الفلد سبار . عندما يتحلل .

ولا يستفاد منه مباشرة من الناحية التجارية .

**٥ ـ الكالسيت** : أوكاربونات الكلسيوم $CaCO_3$ : وهو من أكثر المعادن انتشارًا على سطح الأرض ، ويوجد عادة فى الصخور الرسوبية ، كما أنه قد يوجد فى الصخور النارية Ignious ، ويكون غالبًا غير صاف تمامًا لذلك فهو يتخذ ألوانًا متعددة .

ويستفاد من الأنواع النقية منه لصنع العدسات ولصنع التماثيل التى تعرض فى المعارض . إلا أن أهميته الفعلية ترجع إلى كونه مصدر الحوار والكلس والرخام التى تعتبر فحمات الكلس موادها الأساسية ، ووجود الكالسيت فى التربة يعتبر عاملاً مساعدًا هامًا للزراعة .

## ٢ ـ ١ المـوارد المعـدنية

عندما نتكلم عادة عن الموارد المعدنية فإننا نعنى بها أكثر مما يسمح به معناها العلمى الحقيقى ، فالموارد المعدنية الحقيقية تتألف من تجمع فلزات Metals تؤلف معادن Mineral معروفة كالهيماتيت والكالكوبيريت والغالينا والسبلاليريت Splalerite والكاسيتريت وغيرها . إلا أن هذا التعبير يشمل ـ بالنسبة للإنتاج المعدنى الذى نحن فى سبيل معالجته فى هذا الفصل والفصول المقبلة ـ موادًا أخرى كالحجارة التى تستعمل فى أغراض البناء والمواد التى تستعمل بأشكالها المتفككة Brokenform كالغضار والرمال والحصى وغيرها ، أى أن هذا التعبير يشمل بمعناه الواسع المعادن الحقيقية والصخور جميعها من رسوبية أو نارية أو متحولة . ويضاف إليها عادة الفحم الحجرى باعتباره صخرًا رسوبيًا وكذلك الماء رغم كونه سلعة استهلاكية وذلك لأنه مصدر هام لتوليد القدرة Power .

**١ ـ المجموعات الرئيسية للمعادن** : إن عدد المعادن المعروفة كبير جدًا إلا أن قسمًا كبيرًا منها نادر الوجود لا يهتم به إلا علماء المعادن وجامعوها فقط ، وتشمل هذه المجموعات أيضًا المعادن المعروفة التى تدخل فى تركيب الصخور والتى سبق أن ألمحنا إليها وإلى عددها المحدود قبل قليل .

أما المعادن التى يهتم بها الإنسان فهى تلك التى تتألف من الفلزات والمواد الأخرى وعددها أكبر نسبيًا من المعادن المركبة للصخور ولو أن ما يتوفر منها بكميات صالحة للاستغلال الاقتصادى محدود أيضًا .

ويمكن تصنيف المعادن ذات الأهمية الاقتصادية من حيث استعمالاتها فى أربع مجموعات رئيسية :

( ا ) المعادن المولدة للقدرة . (جـ) معادن الفلزات الصناعية .

(ب) المعادن الثمينة . ( د ) المعادن ذات الفائدة الاقتصادية المباشرة .

إن معادن القدرة هى المعادن التى تستعمل بصورة رئيسية وإن لم تكن كلية ، لتوليد الطاقة Energy . من مثل الفحم الحجرى والبترول .

أما المعادن الثمينة فهى المعادن ذات القيمة الكبيرة الناجمة عن ندرتها النسبية والتى تستعمل لأغراض الزينة أو كوسائل للتبادل Exchange ، وإلى هذه المجموعة يرجع الذهب والفضة والبلاتين والماس وغيرها من الحجارة الكريمة . وإن لبعض هذه المعادن استعمالات أخرى ، إلا أنها استعمالات ثانوية لن نعمد إلى البحث فيها لأنه من المستحيل عمليًا بحثها فى مثل هذا الكتاب

وتضم معادن الفلزات الصناعية مجموعة ضخمة من المعادن . يلعب أكثرها دورًا كبيرًا فى الحياة الاقتصادية الحاضرة ، وهى تستخرج من الأرض كالمجموعة السابقة على شكل خلائط معدنية مؤلفة من نفس المعدن أو مع المعادن الأخرى والمواد الصخرية .

ويطلق على هذه الخلائط عادة اسم الخامات Ores . فالماغنتيت النقى مثلا يحتوى على نسبة ٧٣,٤٪ من فلز الحديد ، ولكن فلز الحديد يعتبر ممتازًا إذا ما ضم نسبة تقرب من ٦٠٪ الحديد بسبب ما يشوبه من معادن أخرى .

وتستخلص الفلزات من الخامات عادة بطرق معقدة وصعبة إلى حد كبير ، وهذه العملية تتطلب فهمًا متقنًا وعلمًا عميقًا بالإضافة إلى رساميل ضخمة وعدد وآلات ( بضائع ثابتة ) تتبدى فى وسائل النقل التى تنتشر فى المعامل وكذلك فى الأبنية والآلات الواسعة المعقدة وفى أمور كثيرة أخرى .

وتتألف مجموعة المعادن ذات الفائدة الاقتصادية المباشرة من المعادن والصخور التى تصلح بصورة مباشرة أو غير مباشرة للأغراض الصناعية ، أو تلك التى يمكن أن تهيأ لتصبح كذلك بواسطة عمليات بسيطة جدًا ، كالحجر الكلسى (الجيرى) الذى يحتاج إلى تصنيع بسيط لصنع الأسمنت منه وكذلك الحجارة التى تستعمل للتكسير ، والغضار والملح والاسبستوس وغيرها الكثير .

**٢ ـ الخامات Orcs** : هى مزيج من المواد الصخرية مع معدن أو أكثر من المعادن التى تضم فلزات نافعة Useful .

من المعروف ضمنًا أن هناك ثمة عمليات يمكن بها استخلاص الفلز أو الفلزات المطلوبة من خاماتها ، كما أنه من المتفق عليه ضمنًا أن يكون ما يحويه الخام من فلز كاف إلى درجة تجعل منه مادة ذات جذب اقتصادى . إلا أن نسبة الفلزات الملائمة للاستغلال تختلف كثيرًا من فلز إلى آخر ، كما أنها تختلف مع الزمن نتيجة لتغير الظروف التقنية والاقتصادية ، وكذلك تتنوع بالمكان تبعًا للظروف الجغرافية .

إن خامات الحديد التى تستغل فى الوقت الحاضر مثلا يجب أن تضم بصورة عامة بين ٣٠ ـ ٦٠٪ من فلز الحديد ، فى حين تعتبر خامات النحاس إذا توفرت بكميات كبيرة كامنة ذات نفع اقتصادى حتى ولو كان ما تحتوى عليه من فلز النحاس أقل من ١٪ .

ويؤثر التقدم التقنى غالبًا تأثيرًا كبيرًا على استغلال بعض الخامات ، إذ قد يسمح هذا التقدم باستغلال خامات ضعيفة الفلزات أو استغلال مواد كان قد تم إهمالها من قبل . فعملية التطويف Flotation مثلا قد مكنت من استرجاع النحاس من الأشياء النحاسية القديمة أو ما يسمى النفايات .

أما التغيرات التى تطرأ على الظروف الاقتصادية فقد تجعل استغلال خامات ضعيفة الفلزات أمرًا مقبولا وموافقًا . فظروف الحرب العالمية الثانية مثلا أدت إلى استحالة استيراد بعض الخامات الغنية بالفلزات ، مما اضطر أكثر البلاد إلى المبادرة لتعدين الخامات التى كانت تعتبر غير صالحة للإستغلال فى الأوقات الإعتيادية .

ولفترات الكساد Depression الاقتصادى أثر مماثل ، ففى أوقات الإقبال الكبير أى زيادة الطلب يمكن استغلال المناجم التى اعتبرت طويلا مناجم هامشية بربح معقول ، بينما تتوقف بعض أحسن المناجم عن العمل فى فترات الكساد .

ولموقع الخامات أثر كبير على استغلالها وهذا يندرج تحت تنوع الظروف الجغرافية . فمن الواضح مثلا أن بعد منجم من المناجم عن مناطق الأسواق الرئيسية أو وقوعه فى محيط غير ملائم يمنع استغلاله أو يؤخر هذا الاستغلال إلا إذا كانت نسبة ما يحتوى عليه الخام من فلزات مرتفعة جدًا .

**٣ ـ حالات وجود الموارد المعدنية** Modes of Occurence : تتنوع الحالات التى توجد عليها الموارد المعدنية تنوعا كبيرًا . وتنوعها هذا ذو أهمية فائقة من الناحية الاقتصادية . وإن تنوع الظروف الطبيعية التى تسود فى مكان وجود مورد من الموارد يؤثر تأثيرًا بالغًا على شكل أو أشكال الاستغلال وتكاليفه .

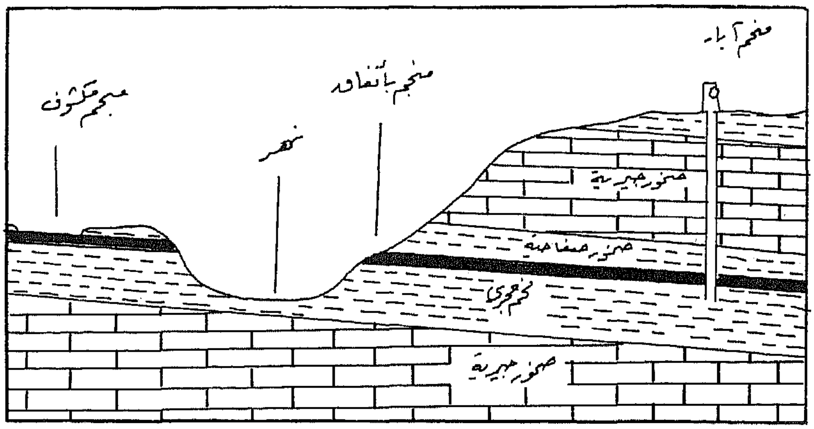
إن وجود معدن بالقرب من سطح الأرض يسهل على الجرافات البخارية Steam Shovels إزالة المواد السطحية التى تغطى هذا المعدن بتكاليف أقل نسبيًا من تكاليف استغلال معدن آخر يقع على أعماق تزيد على ٧٠٠م ولا يمكن الوصول إليه إلا عن طريق حفر آبار عميقة .

فحجر الجير (الكلس) مثلا الملائم لصناعة الأسمنت ولعدد من الصناعات الأخرى ، والفحم الحجرى الذى ينتشر على شكل طبقات تستغل بالطبع فى الأعماق إذا كانت طبقاتها ذات سمك كاف لأنها تكون ذات نفع اقتصادى أكبر من الطبقات الرقيقة . ولا تستغل الطبقات الرقيقة من كلا النوعين سواء أكانت طبقات حقيقية أو على شكل عروق إلا إذا كانت مناجمها قريبة من السطح . ويمكن استغلالها عن طريق المناجم المكشوفة Open cuts . وتستغل الطبقات العميقة ببذل نفقات باهظة جدًا عن طريق الآبار العامودية Sinking shafs . أما إذا كانت طيات الفحم بارزة على سطح الأرض بسبب الحت على أطراف الوادى فإن استغلالها يكون بواسطة أنفاق أفقية أو شبه أفقية Draft . وفى مثل هذه الأحوال تكون الطبقات المستغلة غالبًا متصلة مستمرة إلا إذا قطعت الصدوع استمرارها شكل (١) .

أما معادن الفلزات الصناعية فغالبًا ما توجد فى مكامن مبعثرة عبر الصخور ، وإذا كانت شديدة التشتت كان استغلالها عملية غير اقتصادية . ولا يكون الاستغلال فى هذه الحالة مجزيًا إلا إذا كانت المعادن المتجمعة تحت سطح الأرض ذات كميات لا بأس بها ، وبهذا ينعدم إلى حد ما أثر تنوع الظروف الطبيعية .

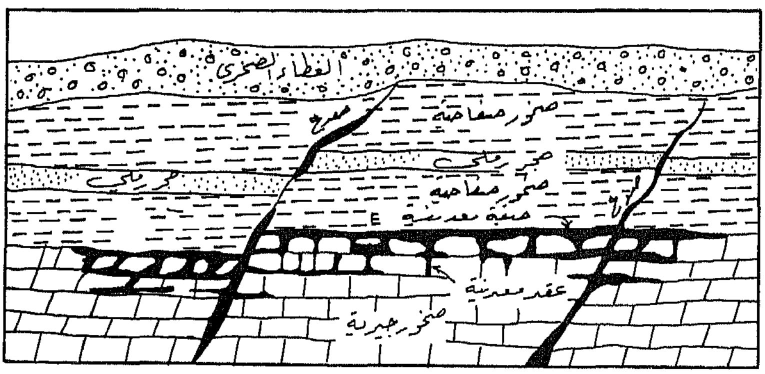
وتسمى مثل هذه التجمعات التى توجد عليها المعادن الكتل الخامية Ore Bodies .

وقد يعثر على بعض المعادن ، كمعدن الحديد مثلاً ، على شكل طبقات شبيهة بالكتل Stratumlike Bodies ، أو يكون على شكل عروق متداخلة بين الصدوع Cracks الصخرية . ومنها ما يكون متسعًا فيتخذ شكل المفاصل أو العقد Joints .




شكل (١) مقطع مبسط يظهر الطرق الثلاثة لاستغلال الفحم الحجرى

وتختلف مع ذلك أنواع العروق ، بالنسبة للصخور التى توجد بينها فالعروق المعدنية التى توجد ضمن الصخور الرسوبية تكون عادة عديمة الانتظام ، ولكن العروق الهامة منها قد توجد أحياناً فى الطبقات التحتية Under ground . ولكن لا يوجد قطعاً ثمة ما يؤكد سبب اختفائها فجأة فيما وراء المنطقة أو عودتها للظهور مرة أخرى على بعد ما من مكان وجودها الأول ، لذلك تكون أمثال هذه الكتل غالباً غير منتظمة الشكل إلى حد بعيد ، لا فى بعديها ــ الطول والعرض ــ فحسب ، وإنما فى أبعادها الثلاثة أيضاً ــ أى الطول والعرض والثخن شكل (٢) .




شكل (٢) مقطع مبسط لأشكال تجمع المعادن .

ويَصعب عادة التنبؤ بكميات المادة الخام التى قد توجد بعيدًا عن مكان الاستغلال . حتى ولو جرى سبر لا بأس به فى المناطق المجاورة للمكان المستغل ، لذلك فإنه لمن الصعوبة بمكان المجازفة بتحديد أرقام أكيدة عن الاحتياطى المتوفر منها .

٤ ـ **التوزع الجغرافى للموارد المعدنية** : من أبرز خصائص الموارد المعدنية كونها موزعة توزعًا غير منتظم وكبير على سطح الأرض . إذ توجد مناطق تتميز بغناها الكبير بأنواع عديدة منها ، كجنوب ووسط جبال الأورال فى الإتحاد السوفياتى وأخرى تتميز بفقرها النسبى الكبير كحوض الأمازون الحقيقى فى أميركا الجنوبية والسهول الساحلية التى تمتد فى الولايات المتحدة من جورجيا إلى ماريلاند . وكذلك تتميز المعادن أيضًا بعدم الانتظام فى توزعها ، فالملح موزع مثلاً بكثرة على سطح الأرض ولكن دون أن يكون هناك انتظام فى هذا التوزيع ، فى حين نجد أن القصدير والفناديوم تكون موزعة بشكل متباعد .

ونتيجة لعدم انتظام هذا التوزيع ، تمتلك بعض البلاد معادن كثيرة كالاتحاد السوفياتى والولايات المتحدة الأمريكية ، فى حين أن ما تملكه بلاد أخرى كهولندا وفنلندا واليابان وجمهوريات أميركا الوسطى وغيرها قليل نسبيًا . وينجم عن عدم الانتظام فى التوزيع أيضًا وجود تجارة ذات أهمية كبرى فى المعادن والمنتجات المعدنية بين مختلف المناطق . خاصةً وإن الاقتصاد الحديث يتطلب مثل هذا التبادل الواسع بالمعادن والمواد المعدنية لأن أغنى البلاد بمواردها المعدنية لا يمكن قطعًا أن تكتفى ذاتيًا .. فالولايات المتحدة الأمريكية على الرغم من غناها الكبير بهذه الموارد لا تزال بعيدة جدًا عن حد الاكتفاء الذاتى ، حتى أنها لتضطر فى أوقات الأزمات والأخطار إلى تكديس المعادن التى لا تتوفر فيها بكميات كبيرة . وقد أدى عدم الإنتظام فى توزيع الموارد المعدنية ولازال إلى نشوء وتكرار المشاكل السياسية .

٥ ـ **استغلال المعادن** : من أبرز خصائص صناعة استغلال المعادن أنها صناعة موضعية Local وهذا يميزها عن الاستغلال الزراعى الذى يتصف بأنه استغلال على مساحات (مساحى) . وتتميز مناطق التعدين عمومًا بصغرها وبعدها غالبًا عن المدن الكبرى حتى أنه ليصعب العثور عليها فى أكثر الأطالس تفصيلاً . وحتى فى مناطق التعدين الواسعة تكون مواقع المناجم الفعلية مبعثرة غالبًا بشكل كبير كما هو الحال مع حقول الفحم الحجرى .

ويميل التعدين بصورة عامة إلى تغيير معالم الأرض الطبيعية أكثر مما يفعل الاستغلال الزراعى ، إذ غالبًا ما تكون المناجم مظاهر متميزة بارزة فى معالم الأرض . ويبدو هذا التغيير فى تلال الأكوام الهائلة من المواد المهملة التى تتجمع إلى جانب المناجم المكشوفة المستغلة أو المهجورة ، وكذلك فى كثرة المقطوع من أشجار الغابات المجاورة التى تستعمل أخشابها وجذوعها فى تدعيم المناجم المحفورة ، وهذه كلها تمس بالطبع معالم الأرض الأصلية وتبدلها .

ويتصف التعدين أيضًا بأنه نشاط اقتصادى متزايد الكلفة increasing-cost ، إذ يبدأ عادة باستغلال أسهل المناجم وأكثرها جدوى ، إلا أن تناقص نسبة الفلزات فى الطبقات المستغلة يضطر العاملين فى مواقعها إلى متابعة تعدين الخامات الأفقر التى توجد على أعماق أكبر والتى تتطلب لهذه الأسباب تكلفة أكثر .

ولكن من الممكن حذف أثر تزايد التكلفة الناشئة عن الأسباب السابقة عن طريق تحسين تقنية التعدين وطرق استرجاع recovery الفلزات إلا أن لهذه التحسينات حدودًا معينة ، يصبح بعدها ارتفاع الكلفة أمرًا محتومًا .

ولقد فقدت مناطق كثيرة أهميتها كمراكز للتعدين بسبب إجهادها exhausted أو نفادها ، ومع ذلك فقد يكون الإجهاد فى عدد من هذه المناطق عملية اقتصاد تعمد إليها الطبيعة ، إذ يغلب أن يبقى الاحتياطى موجودًا ولكن تعدينه لا يكون اقتصاديًا إما بسبب بعده عن سطح الأرض ، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة تكلفة استخراجه ، أو بسبب ندرته وفقره بالفلزات . وحقول فحم النتراسيت فى ولاية بنسلفانيا الأمريكية مَثَل واضح على ما نقول ، فهذه الحقول هى أبعد ما تكون عن الإجهاد ، إذ لايزال احتياطى الفحم فيها متوفر بكميات تكفى لبضع مئات من السنين المقبلة ، ولكن صعوبة استغلاله أدت إلى ارتفاع تكلفته وبالتالى أسعاره ، مما جعل الناس فى عدد كبير من المناطق يميلون إلى تدفئة منازلهم بالغاز أو بالبترول بسبب سهولة استعمالها ورخصها . وقد أدى هذا الأمر إلى التوقف عن استغلال هذه الحقول فى الوقت الحاضر .

والتعدين صناعة استخراج ، إذ أن ما يستخرجه الإنسان من معادن لا يعوض عنه ، وعلى الرغم من أن الطبيعة هى المسؤولة عن التعويض ، إلا أن هذا التعويض يكون بطيئًا جدًا ويتطلب غالبًا عشرات ملايين السنين ، لذلك فلا يلحظ من قبل الإنسان .

ولا يعنى ما تقدم أن الإنهاك الفعلى للمعادن المختلفة معدوم بل هو ممكن وموجود . ولكن سواء كان الإنهاك فعليًا أو اقتصاديًا فالنتيجة واحدة فى الحالتين : لأن التعدين فى أية بقعة من بقاع الأرض هو نشاط مؤقت تختلف مدته من مكان إلى آخر ، يضاف إلى هذا ما سبق أن أشرنا إليه من وجود عدد كبير من مشاريع التعدين الهامشية التى لا تستغل مناجمها إلا فى حالة ارتفاع الأسعار وزيادة الطلب فى السوق .

وعلى الرغم مما تقدم فقد تتأثر أكثر المناجم صلاحية للاستغلال من الناحية الاقتصادية وبشكل جدى من تغير أو فساد الشروط الاقتصادية التى سمحت قبلاً باستغلالها .

وبسبب الكثافة الكبرى التى يتطلبها الاستغلال فى منطقة التعدين ذاتها أو بالقرب منها ، تظهر نتائج اجتماعية حتمية نتيجة عدم ثبات هذه الصناعة النسبى . فخلال فترات الركود الاقتصادى تزداد البطالة فى هذه المناطق ؛ بادة كبيرة جدًا ، وهذا تمامًا هو ما حصل فى الأزمة الاقتصادية التى حصلت عام / ١٩٣٠ /م . فلقد نجم عن تفشى البطالة فى مناطق تعدين الحديد فى منطقة البحيرة الكبرى فى الولايات المتحدة ، آثار ظهرت للعيان بوضوح ، منها كثرة/المخازن المغلقة والمآوى المهجورة والمساكن الخالية من مستأجريها ، وقلة عدد الطلاب فى المدارس حتى أن نسبتهم تدنت إلى ما دون النصف .

إن الإغلاق المتوقع لمعظم مناجم الفحم الحجرى المستغلة حتى الآن وفى المدى القريب بسبب تحول الناس والصناعة عن استهلاك الفحم إلى غيره من موارد الطاقة ، واستبدال الإنسان بالآلة على نطاق واسع فى أعمال التعدين ، قد يؤدى إلى نتائج اجتماعية مذهلة فى المستقبل القريب .

ولقد أضحت أكثر القرى التى كانت تعج بالمعَدنين وأضرابهم فى العديد من مناطق التعدين المهجورة «مدن أشباح» لا يعيش فيها إنسان ، وتكثر أمثال هذه القرى فى بعض أجزاء الغرب الأمريكى وفى مناطق عديدة أخرى من العالم .

وهكذا وعلى الرغم من ضرورة استغلال المعادن من أجل الرفاه البشرى العام ، نجد أنه عمل مفعم بالصعوبات . إلا أن الواجب يقتضى ألا يترك الناس الذين أسهموا فى الرفاه العام بعملهم كمعدنين فريسة لا حول لها ولا قوة تجاه التغيرات الحتمية المقبلة فى عالم مستنير .

### ٣ ـ ١ دور معادن القدرة

تلعب معادن القدرة دورًا أساسيًا وهامًا بين المعادن الأخرى ، إذ يستحيل عمليًا القيام بإنتاج السلع آليًا دون إسهام ينابيع الطاقة الفعالة كالفحم والبترول والغاز والقدرة المائية ، والطاقة النووية فى المستقبل القريب ، بالإضافة إلى بعض القدَر المشتقة عن المد والجزر أو التى يمكن الحصول عليها مباشرة من الطاقة الشمسية .

( ا ) **موارد القدرة الأولى** : تؤكد الدلائل المتوفرة اليوم الفكرة القائلة من أن نساء ما قبل التاريخ كن أول من أهل النبات وأول من حرث الأرض . وقد استخدمت النساء العصى والأغصان والحجارة والعظام لحراثة الأرض ، ثم تطورت هذه الأدوات مع الزمن فاتخذت شكل المجرفة والمعزقة والمحاريث التى تستعمل اليوم . وقد حملت فيما بعد بعض الحيوانات ـ الأكثر اذعانًا لمشيئة الإنسان ـ على سحب الفروع والأغصان فوق الأرض المراد حراثتها ، وذلك بغية إعداد مواطن أحسن لبذور المحاصيل .

وبمثل هذه الطريقة أهلت أكثر الحيوانات قبل فجر التاريخ المكتوب بكثير . واستخدمت كمصدر مباشر للقدرة لدعم طاقة الإنسان العضلية . إلا أن المدى الذى استطاع الإنسان فيه استعمال الحيوان لهذا الغرض كان ولا شك ضئيلاً ، لذلك فقد استمر الإنسان فى الاعتماد على طاقته العضلية لمتابعة عمليات الإنتاج الضرورية لبقائه .

**(٢) البشر العبيد كمصدر للقدرة** : إتخذت الحاجة إلى قدرة إضافية لخلق مستويات حياة أرفع لبعض الناس ، ذريعة حتى عهد قريب للإبقاء على نظم العبودية البشرية . ولقد نشأت طبقة البشر العبيد منذ أقدم الأزمنة عندما كان المنتصرون فى الحروب يتخذون عبيدهم من بين الأسرى والمهزومين . وقد استخدم هؤلاء العبيد كخدم للمنازل ولجمع الأحطاب وسحب المياه من الآبار وشد الأحمال ، بالإضافة إلى أنهم كانوا يعتبرون بمثابة قدرة متحركة يستفيد منها التجار فى نقل تجارتهم وتحريك سفنهم .

ولقد كان مردود العبد الواحد ولا شك ضئيلاً ، ولكنه كان على كل حال أكثر مما كان يحتاج إليه للإبقاء على حياته . ولهذا السبب وجد العبيد من يطعمهم لقاء ما يقدمون من عمل .

ولقد ساعد فائض الإنتاج الذى توفر نتيجة عمل العبيد على تأمين الكماليات للطبقات

الحاكمة . وأوجد طبقة متفرغة عملت فى حينه على التقدم الفكرى ، ولكن هذه الطبقة الجديدة لم تكن إلا طبقة مرفهة من الناس استعاضت بالعبيد عن نفسها فى العمل اليدوى . وأخذت تكسب حقها فى الحياة عن طريق إسهامها الثقافى ولوكان هذا على حساب البشر المستعبدين .

وعلى الرغم مما تقدم فقد تحسنت معظم أحوال الكادحين على مر العصور ، إلا أن إنتاجية الفرد ظلت مع ذلك شديدة الإنخفاض ، لذلك كان فائض الإنتاج ضئيلاً جدًا . وقد نجم عن ذلك أن كان مستوى معظم الناس دون الحد الأدنى الضرورى للعيش ، هذا إذا قورن هذا المستوى بمنجزات العصر الحديث .

وعلى الرغم مما كانت تتمتع به طبقة الأغنياء من ثروة ورفاه مادى ، إلا أن هذه الثروة وهذا الرفاه لم يكن يساوى بعض الرفاه الذى يتوفر اليوم لمعظم الناس العاديين فى البلاد المتقدمة

وقد برزت من هذه الطبقة المتفرغة فيما بعد طبقة جديدة سميت فيما بعد الطبقة الأرستقراطية . عملت على تقدم الفنون والعلوم على الرغم من وقوفها بمجموعها ضد إرادة الأغلبية الساحقة من الجماهير فى العيش الكريم . والحقيقة أن استمرار التقدم العلمى وإنتشار الفنون الجميلة يعود بلا شك إلى المجتمع الأفضل ، وما عصر «بركليس» الذهبى إلا رمزًا للمنجزات الإنسانية الفكرية العالية الذى أسهم فى إيجاد جزء من هذه الطبقة المتعالية عن مجتمع ذلك الزمان ، دون أن يتمكن الشعب من الإسهام فعليًا فيها ، وذلك لأن كتلة الناس الكبرى كانت تعتبر أرفع قليلاً من مستوى العبيد . ولهذا كانت نسبة ضئيلة جدًا من مجموع الشعب تتمتع بوسائل الراحة والرفاه واستنارة الفكر التى نمجدها اليوم باعتبارها ممثلة لتلك الحقبة من الزمن .

### ٣ ـ تطور استغلال القدرة :

#### ٣ ـ (ا) فترة ما قبل الثورة الصناعية :

لتصوير التقدم الهائل الذى تم خلال القرنين الماضيين بوضوح ، من المفيد أن نأخذ بعين الاعتبار الأوضاع الصناعية التى كانت تسود فى القرن السابع عشر . فقد كانت معظم الصناعة تقوم على أسس العمل اليدوى ، وكانت الأدوات المستعملة بسيطة جدًا ، إذ كان

المصنع الذى يهتم بصنع الأحذية مثلاً والذى يضم عددًا من العاملين عبارة عن غرفة واسعة لا أكثر .

وقد انصرف معظم الناس بسبب صعوبة المواصلات وضعفها فى ذلك التاريخ إلى أعمال الزراعة لأنه كان عليهم أن يأكلوا ليعيشوا ويزرعوا ليأكلوا . وقد ساعد على انتشار الزراعة الحاجة الماسة إلى المواد الغذائية وتوفر الأرض الرخيصة التى كانت منتشرة فى كل مكان . ويبدو هذا الأمر واضحًا جدًا فى مناطق الإعمار الجديد ، إذ سكن القادمون من أوروبا جنوب مدينة نيويورك الحالية بعد أن اشتَروها من الهنود بأبخس الأثمان ، ولكن الأرض الجديدة المحجرة التربة ذات الخصب المتوسط لم تستطع بعد أن تطور الإعمار وتقاءمت مناطق الزراعة الجيدة ، أن تستمر على الإهتمام بزراعة الأرض لذلك أخذ معظم سكان تلك المناطق ينصرفون إلى الأعمال الأخرى ، كبناء السفن والتجارة التى فضلها هؤلاء بسبب توفر الأخشاب من الغابات القريبة المجاورة ، وكذلك بسبب وجود ملاجىء بحرية محمية من الرياح ساعدت على القيام بهذه الأعمال .

وقد أسهم وجود السفن وحب التجارة التى فضلها الناس فى إسراع الخطى نحو التصنيع ، كما حدث فى ولاية إنكلترا الجديدة فى الولايات المتحدة الأمريكية ، وخاصة صناعة بعض المواد التى تحتاج إليها السفن فقد ازدادت أهمية الصناعات الحديدية فى ذلك العهد بسبب حاجة السفن الخشبية إلى كثير من العوارض والمزاليج ومسامير البرشيم (التبشيم) الحديدية .

ولقد قامت مدن هذه الصناعة كمدينة مساشوسيت التى ظلت مدينة صناعة المواد الحديدية مدة تزيد على قرن قبل الثورة الأمريكية . كذلك ازدادت أهمية صناعة البراميل ونمت بسبب حاجة النقل البحرى إليها وبسبب توفر مادة الأخشاب وكثرتها .

وتؤلف الصناعة التى استفادت من المواد الأولية المستوردة الرخيصة وجهًا آخرًا من أوجه التقدم الصناعى الذى وصلت إليه بعض المناطق الأمريكية كانكلترا الجديدة مثلاً ، وقد ظهر هذا التقدم بإنشاء معامل لتكرير السكر الذى كان يستورد خامًا من جزر الهند الغربية ، وفى صناعة «الروم» والمولاس التى كان يستحصل على موادها الأولية من جزر أمريكا المدارية بالدرجة الأولى . وكانت صناعة الروم صناعة هامة لأن «الروم» كان ذا أهمية كبرى بالنسبة لبحارة ذلك الزمان يعادل فى أهميته الخبز .

كما ازدادت أهمية مصافى زيت السمك زيادة كبيرة نتيجة اعتماد الناس على هذا الزيت فى الإنارة والتشحيم .

إلا أن نجاح الصناعة كان يحتاج فى الحقيقة إلى توفير كميات كبيرة من القدرة ، وهذا كان السبب فى تفضيل الناس الذين كانوا يهتمون بالصناعات المختلفة للبقاع التى تميزت بمستنقعاتها وجسورها ، حيث أقاموا صناعاتهم على أطراف المجارى المائية وبالقرب من مناطق الإسراع والشلالات وذلك لسهولة إقامة سدود صغيرة على الأنهار الشديدة الإنحدار فى مثل هذه المناطق وكذلك إمكانية إيجاد فوارق معقولة ودائمة فى مستوى المياه ، وجر المياه من المستويات العليا إلى المستويات الدنيا بواسطة الأقنية الصغيرة أو القنوات المائية التى كانت تُوجَّه باتجاه دواليب المياه .

ولقد استعملت القدرة الناجمة عن طواحين الماء ، لنشر جذوع الأشجار وتحويلها إلى ألواح خشبية ولطحن الحبوب وصناعة الورق ولغسيل الصوف وتمشيطه ولأغراض عديدة أخرى .

كانت طواحين الماء هى المصدر الأساسى للقدرة الضرورية للصناعة قبيل وجود السدود الكبيرة التى استعملت لتوليد الكهرباء ، وعلى الرغم من صغر حجم هذه الطواحين فقد كانت تتوزع توزعًا جيدًا فى مناطق المياه والمستنقعات كما هو الحال فى انكلترا الجديدة .

ولو استعرضنا مثلاً خريطة لمنطقة من مثل هذه المناطق يعود تاريخها إلى حوالى عام ١٨٣٠م لرأينا أن طواحين الماء كانت تنتشر بشكل واسع فى مختلف المناطق الصناعية . وكانت تتناثر بينها مصانع الصوف والقطن .

إلا أن معظم هذه المصانع كان ذا حجم صغير ، كما فى إنكلترا أو شمالى البلاد الهولاندية ، بسبب ندرة القدرة المتوفرة ، على الرغم من وجود بعض المصانع الكبيرة على أطراف المجارى الدنيا لبعض الأنهار الكبيرة حيث أمكن توليد قدرة أكبر كما حصل على نهر الميريماك Merrimac فى ولاية إنكلترا الجديدة .

وقد أسهم التطور الذى تم فى هذه المنطقة فى نشوء عدد كبير من المدن كمنشستر ولويل ولورانس التى قامت فيها صناعة قطنية واسعة بسبب عدم حاجتها إلى عدد كبير من العمال الفنيين ، ولهذا كانت أول الصناعات انتشارًا فى معظم أنحاء المناطق الصناعية .

ولقد ساعد على نشوء هذه الصناعة وإنتشارها الواسع توفر اليد العاملة النسائية

الرخيصة ، التى مكنت هذه الصناعة فى منافسة المعامل المنتشرة فى شمال غربى أوروبا التى سبقت أمريكا فى التصنيع . وكان أن اجتذبت هذه الصناعة الجديدة اليد العاملة النسائية الشابة التى لم يكن لها من عمل من قبل سوى الخدمة فى بيوت الذوات أو العمل فى الحقول ، فأصبح لهذه الأيدى أثر اقتصادى واضح بسبب دخولها ميدان الكسب المشروع . وقد انضمت النسوة إلى المصانع وخاصة الأرامل والنساء العوانس اللواتى رغبن عن أن يبقين معتمدات على إحسان الأقرباء ، ووجدن فى هذه المصانع حريتهن وتخلصن بذلك من الإعتماد على الغير ، هذا الإعتماد الذى هو صفة اقتصاد العبيد .

ولقد أسهم فى انتشار الصناعة أيضًا إنضمام نسوة البحارة فى الموانئ الكبرى إلى الصناعات الجديدة ، كما أن معظم النساء غير المتزوجات ونساء الفلاحين فى المزارع القريبة من مراكز الصناعة اللواتى كن يناضلن فى سبيل لقمة العيش قد وجدن طريقًا أسهل للحصول على أودهن . وقد أسهمت هذه الأيدى فى الحقيقة فى التقدم الصناعى ، إلا أن التقدم لم يكن واحدًا فى كل مكان فى العالم ، فقد كان هذا التطور كبيرًا على العموم فى انكلترا نفسها ، ويعود هذا إلى استفادة الإنكليز من البخار لتوليد القدرة ومن الفحم كمحروقات . ويعود اعتماد الإنكليز على الفحم الحجرى إلى ندرة أشجار الغابة فى بريطانيا وإلى ضآلة القدرة المائية بسبب التضاريس اللاطئة ، فمعظم أنهار بريطانيا تقريبًا يمر فى مرحلة الشيخوخة .

وقد ساعد الطلب المتزايد على السلع البريطانية من قبل أوروبا القارية وكذلك من العالم الجديد على تطور بريطانيا من الناحية الصناعية ، كما أن هذا التطور نفسه منح بريطانيا فرصًا ممتازة لتأمين السلع المصنوعة لأكثر البلاد الأوروبية ، إذ مدت الثورة الصناعية لنفسها رؤوس جسور لا بأس بها فى إنكلترا قبيل نهاية القرن الثامن عشر ، فى حين أنها تأخرت عن ذلك التاريخ فى معظم البلاد الأخرى .

**٣ ـ (ب) سيطرة القدرة البخارية بين عام ١٨٤٠ ـ ١٨٦٠م :**

لقد تم استخدام البخار فى العالم قبل عام ١٨٣٠م فى الآلات البخارية الثابتة التى كانت تزود بخزانات لغلى المياه وبكميات كبيرة من الحطب ، إلا أن الفحم ما لبث أن حل بالتدريج مكان الحطب حتى أصبح مادة الوقود الوحيدة .

ولم يكن التصنيع الذى انتشر فى أوروبا على نطاق واسع قبل هذا التاريخ قد إنتشر بعد

فى الولايات المتحدة ، إذ تميز التصنيع فيها بقلة عدد العاملين فى المصانع بالنسبة لعدد السكان ، كما أن معظم العمال كانوا يعملون فى صناعات معينة كالقطن والصوف والجلود والحديد ، ولذا فقد كانت هذه الصناعات أول الصناعات التى ثبتت أركانها فى الولايات الأمريكية وغيرها من مناطق العالم .

وبعد أن تطورت الآلات البخارية وتحولت إلى مصانع حقيقية لتوليد القدرة ، ازدادت أهمية الآلات البخارية التى أخذت تحظى باهتمام رجال الصناعة بسبب سرعتها وكفايتها ، وهذا ينطبق أيضًا على القطارات البخارية .

ولقد شهدت الفترة الممتدة بين عام ١٨٤٠ ـ ١٨٦٠ فى الولايات المتحدة تغيرات عظيمة فى طريقة عمل المصانع وكذلك فى إنشاء السكك الحديدية وفتح أراضى جديدة للزراعة ، وتسجل هذه الفترة التحول من الاعتماد على دولاب الماء Waterwheel إلى الآلة البخارية التى تستخدم الفحم كوقود ، هذه الآلة التى أصبحت النموذج الرئيسى المستعمل فى مصانع توليد القدرة Powerplant .

وتبدى هذا الاتجاه الجديد واضحًا فى اختفاء طواحين الهواء الصغيرة وحلول مصانع كبيرة لتوليد القدرة محلها ، وأخذت القدرة المائية تدّعم بكميات كبيرة من القدرة البخارية .

ولقد كان اتساع الزراعة فى الأراضى الجديدة نتيجة حتمية لتدفق الفلاحين من أوروبا إلى أراضى الميعاد الجديدة ، والطلب المتزايد على المحاصيل الزراعية الأمريكية فى البلاد الأوروبية ، وكذلك عن استعمال الآلة البخارية لتسيير قطارات السكك الحديدية .

وأسهم إتساع الزراعة وانتشارها فى زيادة التصنيع بسبب ما تطلبته الأعمال فى المزارع من مواد أولية معدنية وغيرها ، وكذلك تزايد البشر بالتوالد وبالهجرة الخارجية الذى أوجد أسواقًا جديدة كبيرة متزايدة النمو للسلع الاستهلاكية .

وقد نشأ من ثم شىء شديد الجدة فى كثير من المناطق ، إذ أخذ الناس يرون أن الزراعة قد أضحت قليلة الجدوى عمومًا بالنسبة للصناعة ولذلك فقد أخذ الكثير من الفلاحين يهجرون الأرض ويتحولون إلى الصناعة ذات المورد الثابت نسبيًا وخاصة فلاحو الأراضى الفقيرة ، وكان من نتيجة استخدام الفحم أن انتشرت أعمال التعدين على نطاق واسع فى معظم البلاد الآخذة بالتطور .

### ٣ ـ (جـ) أهمية رؤوس الأموال والأموال الموظفة : Capital Investments

لا يمكن بالطبع أن ننسب التغيرات الكبرى التى بحثنا عنها قبلاً والتى طرأت على الصناعة إلى توفر أنواع معينة من منابع القدرة فقط ، إذ أن مثل هذه التغيرات لم يكن من الممكن حدوثها لولا توفر رؤوس الأموال التى مولت المصانع والسكك الحديدية التى ازدادت أعدادها بسرعة كبيرة .

ولقد استخدمت رؤوس الأموال القليلة التى تجمعت من التجارة البحرية أول الأمر فى تمويل المشاريع الصناعية فى أوائل القرن التاسع عشر ، فأعطت عائدات جزيلة ، وهذا ما شجع الصناع على الاقتراض من مصادر ما وراء البحار ، فتقدم الممولون الأوروبيون لتأمين المال اللازم للصناعات الناشئة بفوائد معتدلة معقولة بعد أن أخذوا الضمانات الضرورية .كما عمل إنتاج الذهب فى ولاية كاليفورنيا بعد عام ١٨٤٨ على تأمين رؤوس الأموال اللازمة خلال الجزء الأخير من هذه الفترة وبذلك توفر المال اللازم وانخفضت فوائد القروض إنخفاضًا كبيرًا فأسهم هذا الأمر بالإضافة إلى توفر المواد الأولية فى التشجيع على إقامة صناعات جديدة فى أمريكا ، كما أسهم توسع الأسواق فى نمو صناعات التصنيع بسرعة كبيرة Manufacturing Industries .

وقام إنسان ذلك العصر بما عليه ، فاخترع نماذج محسنة للآلات التى كانت موجودة لديه ، رغبة منه فى توفير العمل Labor saving لأن ندرة العمل تجعل منه شيئًا مكلفًا . لذلك أخذ الإنسان يسعى إلى استغلال العمل إلى أقصى حد ممكن ، ومن هنا نشأت بواعث الإختراعات .

وعملت الاختراعات الأمريكية والأوروبية معًا وبشكل فعال على الترويج للتقدم الصناعى ، وقد كانت المكافآت الكبيرة التى منحت لعباقرة المخترعين باعثًا ومشجعًا لهم على الاستمرار فى تحسين الآلات وطرق الاستغلال وبالتالى على استمرار التقدم الاقتصادى .

وأصبح الفحم والبخار حوالى عام ١٨٦٠ ، مصدرين هامين لا يمكن منافستهما فى مملكة القدرة التطبيقية applied power ، بعد أن هزما جميع المحروقات الأخرى فى حقل الصناعة ، ولم يكن البترول والغاز والكهرباء قد ظهرت للوجود بعد .

ولقد أدى الاعتماد على الفحم والبخار إلى تقدم الثورة الصناعية تقدمًا هائلاً فى

الولايات المتحدة الأمريكية . هذا التقدم الذى رافقه توسع زراعى عظيم لم يعرف له التاريخ مثيل من قبل .

## ٣ ـ ( د ) سيادة البخار وظهور الكهرباء ١٨٦٠ ـ ١٩١٠م

لقد تميزت هذه الحقبة من الزمن بتطور إقتصادى كبير ، إذ ازداد عدد السكك الحديدية التى أقيمت فى كل مكان تقريبًا بقروض من الدولة ، وزالت معها معالم الحدود التى كانت قد فرضت قبلاً على المنطقة الزراعية بعد أن تم الاعتماد على تربية الأبقار وطرق الزراعة الجافة والرى ، هذا الاعتماد الذى حول السهول شبه الجافة إلى أراضٍ مزروعة وأدى بالتالى إلى إنتشار مراكز تربية الماشية فى جميع أنحاء الولايات المتحدة التى تصلح لها والتى تقدر مساحتها بثلاثة ملايين كيلو متر مربع

وقد أدى إتساع المنطقة المأهولة ذات الشروط المناخية المتنوعة والترب والموارد الطبيعية المختلفة ، وكذلك إزدياد السكان بسرعة كبيرة نتيجة تدفق المهاجرين من الخارج إلى وجود جو ملائم للانتاج والتجارة . كما أن غياب ( زوال ) الحدود الداخلية بين الولايات قد شجع على الاهتمام بالنشاطات الأكثر ملاءمة لظروف كل منها وبالتالى أسهم فى زيادة تبادل السلع والمنتجات الفائضة بين هذه الولايات . إلا أن أكبر وأعمق تبديل من الناحية الاقتصادية والاجتماعية كان التوسع الصناعى الكبير الذى جرى فى هذه الحقبة .

أما الغرض الأساسى من زيادة التصنيع فقد كان تأمين الطلب المتزايد على السلع للمناطق الآخذة بالتوسع والامتداد بسبب الإعمار الجديد ، لذلك قلما وجد الصناع فائضًا لديهم يمكنهم تصديره إلى خارج البلاد أثناء فترة النمو هذه .

ولكن هذا التطور الصناعى لم يرافقه أول الأمر أى تطور فى القدرة المستعملة ، فقد كان البخار ذو القدرة الحركية الضعيفة نسبيًا يَستعمل حيث يولد ، وكان من المفروض أن تقام خزانات التسخين بالقرب من المصانع ذاتها ليمكن نقل القدرة البخارية المولدة إلى الآلات التى كانت تدار بالاقشطة .

إلا أن حدثًا مهمًا برز فى هذه الفترة بالذات ، وهو اعتبار البترول منبعًا جديدًا آخر للقدرة ، إذ أخذ إنتاجه يتسع ويزداد بعد أن تم حفر أول بئر من آبار البترول بواسطة الكولونيل دريك Drake قرب بلدة تيتوسفيل فى بنسلفانيا عام / ١٨٥٩ /م . ثم بدأ استغلال حقول النفط البعيدة بعد عام / ١٩١٠ /م . وكان إدخال البترول واستعماله تطورًا

عظيمًا وفريدا إلا أن التطور الجوهرى البعيد المدى الذى بدأ فى نهاية هذه الفترة كان الاستفادة من الكهرباء . وعلى الرغم من أن الكهرباء كانت قد عرفت منذ عهد أديسون الذى ابتكر النور الكهربائى الوهاج عام / ١٨٧٩ /م إلا أنها لم تنتشر كوسيلة للإنارة انتشارًا كبيرًا إلا بعد عام / ١٩١٠ / . ولقد اقترن انتشار الكهرباء باستعمال العنفة والأسمنت العادى الذى استعمل فى بناء السدود ، مما أدى إلى تجديد (استعمال) القدرة المائية وتطوير استغلالها على نطاق أوسع من ذى قبل ، ثم أضحت الكهرباء بالتدريج شكلا من القدرة المفيدة للصناعة . وقد جرى استغلالها فى القسم الأول من القرن العشرين بسبب مرونتها التى تزيد على مرونة القدرة البخارية للأغراض الصناعية إلى جانب البخار وذلك فى المناطق الآهلة بالسكان التى يمكن إيصال الكهرباء إليها بسعر رخيص .

ونتيجة لما تقدم فقد تمركزت الصناعة فى بعض البقاع دون غيرها لوجود البخار والكهرباء معًا .

### ٣ ـ (هـ) عصر توزيع القدرة من ١٩١٠ حتى اليوم .

مال التطور الصناعى حتى حوالى عام ١٩١٠ إلى إيجاد مراكز صناعية صغيرة تتجمع بإفراط حول نواة من القدرة المتوفرة ، وضمن الأسواق الكبيرة أو بالقرب منها . ولكن بعد أن أضحى أول نقل بعيد المدى للقدرة فى السنوات التى تلت عام ١٩١٠ أمرًا ممكنًا وعمليًا ، وتبعه ازدياد سرعة نقل البترول الخام من المناطق النائية ، وكذلك نقل الغاز الطبيعى ، فقد مالت الصناعة إلى التوزع والتباعد .

ولقد بدأ مع عام ١٩١٠ مد شبكات كثيفة من خطوط الكهرباء ذات التوتر العالى التى أمكن عن طريقها توزيع القدرة الكهربائية فى كثير من أنحاء العالم ، كما جرى تمديد شبكات كثيفة من الأنابيب الفولاذية لتسهيل نقل وتوزيع وتخزين المنتجات النفطية .

ولقد مكنت سهولة توزيع القدرة والمواد المولدة لها من تباعد المراكز الصناعية التى كانت تتمركز فيما مضى حول مكان وجود القدرة ، وكذلك من إيقاف تحشد السكان غير الملائم وبالتالى إلى رفاه الإنسان ورفع مستوى المعيشة على العموم .

ولقد جرت تبدلات أخرى هامة وعميقة بعد هذا التاريخ ، منها استفادة العالم لأول مرة من الشاحنات والسيارات ، وكذلك استعمال الطائرات كوسيلة لنقل الأحمال والناس ، ثم البدء بالخطوة الأولى فى الانتفاع بالطاقة النووية .

ولا يمكن لنا حتى الآن الجزم بالآثار التى ستنجم عن استعمال هذه الطاقة ولكن من المحتمل أن تسمح النتائج النهائية بإزدياد انتشار وتوزع المنشآت الصناعية .

٤ ـ **الموارد الأساسية والضرورية للتقدم الصناعى** : يوم نجح الإنسان فى الحصول على منابع كبيرة للطاقة الطبيعية ، فتح الطريق أمامه إلى حذف الكثير من متاعبه . ولا يعنى هذا أن الإنسان قد أعفى نهائيًا من العمل ، بل إن عمله أضحى يقتصر بصورة مبدئية على إدارة النشاط الآلى بدل أن يكون هو نفسه مصدر القدرة الأساسى .

إن تحرير الإنسان من النصب والعجز اللذين كانا يميزان إنسان العصور الغابرة ، وإحراز مردود عال بالنسبة للفرد ، هى ولا شك ثمار اقتصادنا الحاضر أى اقتصاد الآلة ـ القدرة .

وإن الاستفادة من منابع الطاقة الكبيرة ، كالفحم والبترول والغاز الطبيعى والقدرة المائية ، والانتفاع المحتمل من الطاقة النووية فى المستقبل القريب على أسس المزاحمة التجارية ، شىء أساسى لهذا الاقتصاد . وبواسطة الطاقة المستخرجة من هذه المنابع التى تحول إلى قدرة تستخدم فى سبيل تصنيع المواد الأولية عن طريق الآلة أمكن اختصار الزمن الذى كان يتطلبه تصنيع أى حاجة من الحاجات .

ومن المتوقع إدراك أوج التقدم المادى فى الوقت الملائم إذا استمر هذا الاتجاه شريطة حل المشاكل الاجتماعية والاقتصادية التى تنجم عن هذا التقدم وتلازمه . ومن أجل الوصول إلى ذلك يتحتم علينا أن نسخر جميع القوى المتوفرة بأشكالها العديدة لكل إنسان فى كل مكان من العالم ، وإذا أمكن تحقيق هذا الأمر ، فإنه يمكن عندئذ أن نقول بحق أن الطاقة المتوفرة والمطبقة والموزعة قد حررت الإنسان فعلا بإسهامها فى تأمين غذائه وثيابه ومأواه ووسائل راحته وحتى كمالياته ، بحيث لا يتبقى بعد ذلك إنسان يدعى الانتساب إلى طبقة الأغنياء المرفهين ، هذه الطبقة التى كانت تخص نفسها يومًا بكل شىء .

وللاستزادة فى البحث عن معادن القدرة الرئيسية سنعمد إلى بحثها بالتفصيل فى فصول مقبلة ، كما أننا سنعمد إلى تخصيص هذا الجزء من الكتاب أيضًا لدراسة الفلزات الأساسية والموارد المعدنية الأخرى .

# الفصل الثانى

# القدرة المائية (الفحم الأبيض)

نعجب عادة بالغيوم بسبب تغير أشكالها المستمر . أو لأنها تذكرنا بالمراكب الشراعية التى تدفعها الرياح القوية المثابرة إلى مقاصدها . إلا أن منتهى العجب يبدو باعتبارها أهم وسيلة للنقل عرفها الإنسان . تحتوى الغيوم على كرات صغيرة جدًا (مستدقة) من الرطوبة المكثفة الناتجة عن بخار الماء غير المرئى الموجود دائمًا فى الهواء . وتحمل الرياح عادة كميات كبيرة من الرطوبة على شكل بخار أو غيوم إلى مسافات بعيدة حيث تتكاثف على شكل مطر أو ثلج أو برد فى الأماكن التى تكون فيها الأحوال الجوية ملائمة للتكاثف .

ويتبخر قسم كبير من الرطوبة التى تسقط على الأرض ولكن القسم الأعظم منها يتسرب عبر الطبقة السطحية . وتشير التقديرات المستندة إلى دراسات ميدانية واسعة إلى أن ٣٠ إلى ٣٥٪ من المطر الهاطل يتحول إلى جداول مائية وسواقى جارية وأنهار . بينما تمتص جذور النباتات المختلفة جزءًا من الماء المتسرب عبر الأرض . وما تبقى فإنه يتسرب إلى ما تحت الطبقة السطحية لينضم إلى طبقة المياه الموجودة تحت الأرض التى يستفاد منها فيما بعد كمنبع لمياه الشرب أو المياه التى تستعمل فى الأغراض الصناعية والزراعية .

ويتجمع قسم من المياه الجارية على السطح فى بحيرات مختلفة الحجم وعلى ارتفاعات مختلفة . ويساعد هذا الأمر على إنماء القدرة المائية إذ يمكن من استعمالها والإفادة منها فى الأغراض المحلية والصناعية .

وعلى الرغم من أن الغاية الأساسية لهذا الفصل هى بحث موضوع المياه الجارية باعتبارها مصدرًا هامًا للقدرة . إلا أنه تجب الإشارة إلى أن المياه قد أضحت سلعة هامة وضرورية للاستعمالات المنزلية والصناعية والزراعية والصناعية . لذا فسنعمد إلى بحث هذا الوجه الجديد بصورة موجزة باعتبار أن المياه قد أضحت سلعة اقتصادية .

## ١ ـ ٢ مسامية الصخور وقدرتها على ترشيح المياه

تتألف طبقة ما من الرمال من حبات صغيرة جدًا من الكوارتز SiO ، ولكن هذه الحبات لا تكون متماسكة تماسكًا كبيرًا بل إنها لتترك بينها مسافات صغيرة دقيقة كالشعيرات تسمى المسامات . وحتى عندما تكون حبات الكوارتز شديدة الإلتصاق بعضها بالبعض الآخر بواسطة ملاط كلسي أو بأوكسيد الحديد أو بذرات الغبار أو أى مادة ملاطية أخرى تجعل منها كتلا تدعى بالحجر الرملى فإن المواد الملاطية نفسها تكون عبارة عن قشرة رقيقة تحيط بكل حبة من هذه الحبات على حده ، وبذلك تظل هناك شقوق شعرية يمكن للمياه الجارية التسرب عبرها .

ولو قيض لأحدنا مثلا أن يسكب بعض المداد أو الماء على قطعة من الحجر الرملى فإنه ليلاحظ بأن هذا الحجر يمتص ما سكب عليه من مادة ، تمامًا كما تفعل قطعة النشاف أو الإسفنج .

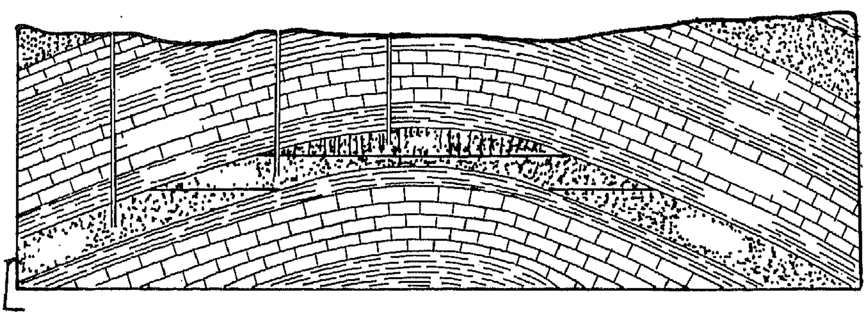
والرمال والصخور الرملية على العموم صخور ذات مسام ، أى أنها قادرة على امتصاص السوائل ، حتى أن الغضار والصفاح لها مسام أيضًا ، إلا أن كثرة الجزيئيات نصف المجهرية التى تضمها هذه الصخور تجعل هذه المسام صغيرة جدًا ، وفى نفس الوقت تكون هذه المسام ذات عدد كبير جدًا بالطبع . ويمكن للصخور الصلبة القاسية تمامًا كالجرانيت والصخور الاندفاعية الأخرى أن تمسك بالسوائل فى الشقوق الكثيرة التى تنتشر فيها وتسمى هذه الشقوق باسم (العقد Joints) وأيضًا فيما يسمى بالشقوق الشعرية (hair cracks) . وتتمكن الصخور الكلسية القاسية العديمة المسام كذلك من حفظ المياه فى العقد والشقوق الصغيرة التى تنتشر فيها .

أما الصخور المتحولة فبالإضافة إلى إمكانها حفظ المياه فى عقدها العديدة فإنها تتمكن بصورة عامة من امتصاص المياه عن طريق وريقاتها الناجمة عن خاصتها الشيستية التى نجمت عن الضغط الشديد الذى أصابها خلال فترة تحولها .

وهكذا تتفاوت مسامية الصخور أو قدرتها على حفظ المياه تفاوتًا كبيرًا . فالرمال الحرة والغضار يمكنهما الاحتفاظ بكميات كبيرة من المياه أما صخر الكوارتز القاسى فلا يمكن له أن يحتفظ إلا بالقليل منها .

ولا تستقر المياه عادة فى هذه الفراغات أو الشقوق ، بل تتحرك بسهولة نسبية عبر

الفراغات التى تفصل بين حبات الرمال والصخور الرملية أو خلال العقد الموسعة وبقية الشقوق فى الحجر الكلسى (الجيرى) . وتسمى أمثال هذه الصخور بالصخور المنفِذَة . ومن ناحية أخرى تكون حركة المياه بطيئة جدًا خلال الفراغات نصف المجهرية التى تنتشر فى الغضار والصفاح ، لذلك تسمى أمثال هذه الصخور بالصخور غير المنفِذَة . ومن الممكن القول بصورة عملية أن المياه وبقية السوائل كالزيت الخام لا تتحرك ضمن هذه الصخور . ومع أن طبقات الصفاح قد تكون ممتلئة بالمياه إذا ما وجدت فى وسط الصخور الرملية مثلا فإن باستطاعتها بصورة فعلية إذا غلفت الحجر الرملى أن تحدد حركة أى سائل قد يوجد فى هذا النوع من الصخور. شكل (٣) .



شكل (٣) مقطع توضيحى يبين مواقع الطبقة المائية والآبار والينابيع .

## ٢ ـ ٢ مـوارد الميـاه الأرضيـة

من الواضح أنه يَسهل الحصول على المياه من الصخور ذات المسام والتى تنفذ المياه إلى داخلها كالحجر الرملى ، بينما يكون من الصعب جدًا الحصول عليها من الغضار والصخور الرخوة . ولهذا السبب تعتبر الرمال والحجارة الرملية أحسن مستودعات لحفظ طبقات المياه ، وكذلك الرمال الناعمة والحصى والكتل المستديرة من الأحجار. ولو ثقبنا طبقة صخرية ووصلنا إلى طبقة من الحجر الرملى نرى أن البئر المحفور قد يمتلئ بالماء الصافى إلى درجة يصل معها للشرب ولاستعمال الماء فى الأغراض الأخرى (أنظر الشكل ٣) . وقد تمر المياه أثناء تسربها إلى أماكن تجمعها عبر مسارب طويلة وإلى أغوار بعيدة ، فتتصفى بصورة

طبيعية ، وبالطبع إذا كانت الصخور التى تسرب عبرها الماء تضم أكاسيد الحديد يكون عندئذ لهذه المياه طعما معدنيًا ، أما إذا مرت عبر صخور كلسية حلت بعضها وتحولت بذلك إلى مياه عسرة لا تصلح للاستعمالات المنزلية ، ولا تستعمل لضررها إلا إذا تمت تصفيتها وفق الأساليب المعروفة . أما الآبار المحفورة ضمن الصخور الرخوة فمن الممكن أن تعطى قليلا من المياه غير الصافية ، ويكون تعويض المياه المسحوبة من هذه الآبار بطيئًا جدًا ، وبكلمة أخرى ، تجف مياه أمثال هذه الآبار بسرعة .

وقد تكون طبقة المياه الأرضية التى يمكن الحصول على المياه منها قريبة من سطح الأرض وقد تقع على عمق كبير ضمن الطبقات الصخرية وفى مثل هذه الحالة الأخيرة نصل إليها عن طريق السبر العميق ، إلا أن وقوعها على مثل تلك الأعماق قد يجعل مياهها دافئة فى بعض الأحيان وذلك بتأثير حرارة الأرض الداخلية .

وأحسن مناطق لوجود مياه الشرب هى على الإجمال الأراضى التى تتميز طبوغرافيتها بالروابى المحدودبة التى تختزن كميات كبيرة من المياه ، كبعض المناطق فى أوروبا الغربية الساحلية التى تحصل على مياه الشرب اللازمة للمدن الكبرى من الروابى الساحلية وكذلك فى منطقة الهضاب الرملية فى كل من ولايتى نبراسكا والأوريجون فى الولايات المتحدة الأمريكية .

## ٣ ـ ٢ موارد المياه الجوفية

تعطينا آبار المزارع العادية المياه من طبقات المياه الجوفية القريبة من سطح الأرض ، أما إذا كانت طبقات المياه عميقة جدًا فمن الضرورى حفر الآبار للوصول إليها ثم سحب المياه منها .

وفى كثير من الأحيان ترتفع المياه إلى سطح الأرض ضمن هذه الآبار بتأثير ضغط طبقات المياه الداخلية بعد السبر العميق ومثل هذه الآبار ندعوها عادة بالآبار الارتوازية (١) ، ولكن هذا لا يتطبق على جميع الآبار فعلا ، إذ كثيرًا ما نضطر إلى استعمال المضخات لرفع المياه من أكثرها . ومثل هذه الآبار تحفر عادة للاستفادة منها فى تأمين المياه للمدن الصغيرة وللأغراض الصناعية وأغراض الرى أيضًا .

---

(١) نسبة إلى منطقة إرتوا فى فرنسا حيث ترتفع المياه ضمن الآبار المحفورة .

وعندما تتسع المدن وتمتد مساحاتها ويزداد سكانها وبنتيجة استعمال الآلات والمخترعات الحديثة فإنها تتطلب كميات كبيرة من الماء ، ولما كانت الآبار الارتوازية والعادية لا تكفى مثل هذه المدن ، لذلك يضطر الناس إلى بناء خزانات لحفظ كميات كبيرة من الماء لتلبية حاجات هذه المدن ، وكذلك يصبح من الضرورى أيضًا جر المياه من الأنهار إلى هذه الخزانات للاستفادة منها .

إن تأمين المياه بكميات وفيرة لشتى الأغراض المنزلية والصناعية وخاصة بعد أن بدأت الكثير من الصناعات الحديثة تستهلك كميات كبيرة من المياه فى عمليات التبريد والأغراض الصناعية الأخرى ، أضحى مشكلة كبرى لا تقتصر على المناطق الجافة فحسب وإنما أيضًا مشكلة تتطلب حلا فى المناطق الرطبة المكتظة بالسكان ، إلا أن حدة المشكلة تظهر بلا شك فى المناطق الجافة أكثر منها فى المناطق الرطبة وذلك إذا ما وجدت مدن مكتظة بالسكان فى هذه المناطق الأخيرة نتيجة النمو الصناعى :

## ٤ ـ ٢ المجارى المائية كمصدر للقدرة

استعملت السواقى والجداول الصغيرة منذ أقدم الأزمنة كمصدر للقدرة . فقد تعلم



شكل (٤) طاحونة ماء قديمة ـ مثيلاتها ظلت تؤمن القدرة للمصانع فى العالم حتى بعد عام ١٩١٥

الإنسان أن يَصنع دولابًا دائريًا يدار بالمياه ويستفاد منه فى توليد القدرة ، وقد تطلب هذا بلا شك استمرار جريان الماء بصورة منتظمة . شكل (٤) . ولهذا السبب بالذات لجأ الإنسان قديمًا إلى بناء خزانات صغيرة للمياه بسبب عدم تمكنه من إنشاء الكبير منها لما يحتاجه إنشاؤها من وسائل لم تكن متوفرة حينذاك . ولهذا السبب أيضًا إنصرف الإنسان إلى الاعتماد بشكل كلى تقريبًا على الفحم الحجرى كمصدر للقدرة مع ظهور المحرك البخارى ، باعتبار أن الفحم بسبب وفرته يقدم مصدرًا أقوى للقدرة التى يحتاج الإنسان إليها .

إلا أن الاختراعات التى تلت عصر الفحم الحجرى وخاصة منها ما يتعلق بالكهرباء قد حولت بعصى سحرية القدرة المائية من قزم إلى مارد جبار وأهم هذه الاختراعات كانت :

( ا ) اختراع العنفة المائية (التوربين) التى مكنت من استعمال كميات كبيرة من المياه ورفع الماء إلى ارتفاعات كبيرة سمحت بزيادة ضغط المياه المحصورة فوق ريش (شفرات) العنفة .

( ب ) إختراع المولد الكهربائى (الدينمو) الذى مكن من تحويل الماء الساقط من المرتفعات العالية إلى كهرباء .

( جـ ) اختراع الأسمنت البورتلاندى الذى مكن الإنسان من بناء السدود التى ترتفع مئات الأمتار وتمتد على عدة مئات من الأمتار أيضًا ، وبهذه السدود تمكن الإنسان من أن يسيطر على كميات أكبر من مياه الأنهار التى كانت تذهب هدرًا واستخدمها فى عدة مجالات .

وبنتيجة هذه الاختراعات أضحت القدرة الكهربائية ذات مكانة مرموقة فى أغلب البلاد الصناعية خلال الخمسين سنة الماضية .

**( ا ) خصائص المجارى الصالحة لتنمية القدرة المائية .**

تتوقف القدرة المتوفرة فى المياه الجارية على كمية تلك المياه وعلى سرعة جريانها. وسرعة الجريان تتوقف بدورها على درجة انحدار الجدول أو المجرى المائى . فنهر المسيسبى مثلا فى مجراه الأدنى يكون ذا انحدار بسيط ولذلك تكون سرعة جريانه بطيئة ، ونتيجة لهذا فهو لا يقدم إمكانات كبيرة لانماء القدرة المائية فى أجزائه هذه ، خلافًا لما هو عليه الحال مع نهر

كولومبيا الذى يتميز بانحدار مجراه الشديد نسبيًا . وبالقرب من المنحدرات العالية حيث تتشكل الشلالات ومناطق الإسراع ، وفى الأماكن التى تتراوح فيها درجة الانحدار من انحدار قوى إلى انحدار عامودى ، تقع أنسب المواقع لتطوير وتوليد القدرة الكامنة فى المياه .

ويتوجب على معامل توليد القدرة المائية عمليًا أن تكون قادرة على مواجهة أكبر الأعباء التى قد تطلب منها ، إضافة إلى إمكانها توليد تيار كهربائى دائم ومستمر وباستطاعة ثابتة كل أيام السنة .

وتكمن المشاكل الرئيسية فى مشاريع تطوير القدرة المائية فى المحافظة على قدرة ثابتة ، طالما أن معظم الأنهار تتعرض لتقلبات كبيرة فى ارتفاع وانخفاض منسوب مياهها من فصل لآخر . إذ أن بعض الأنهار كنهر الميسورى مثلا تسجل فرقًا بين ارتفاع وانخفاض منسوب مياهها يزيد على ستة أمتار خلال فصول السنة المختلفة .

(ب) نظام النهر :

إن مراقبة كمية (غزارة) المياه الجارية فى نقاط معينة من النهر من يوم لآخر ذات فائدة عملية كبيرة . ففى الولايات المتحدة وغيرها من دول العالم المتقدم التى تعتمد اعتمادًا كبيرًا على توليد الكهرباء من المجارى المائية تتم هذه المراقبة بواسطة آلات اتوماتيكية تسجل كميات المياه الجارية بصورة آلية . ونتيجة لمثل هذه المراقبة خلال مدة طويلة ـ عدة سنين مثلا ـ يكون بالإمكان حساب المعدل الوسطى لطبيعة جريان المياه فى النهر ، وحساب مقدار الزيادة أو النقصان ، وكذلك سرعة جريان المياه وكمية المياه الجارية فى جميع أشهر السنة وفى نقاط متعددة على طول مجرى النهر . وكلما طالت مدة المراقبة كلما كانت المعلومات التى تحصل عليها أدق وأصح ويمكن الاعتماد عليها .

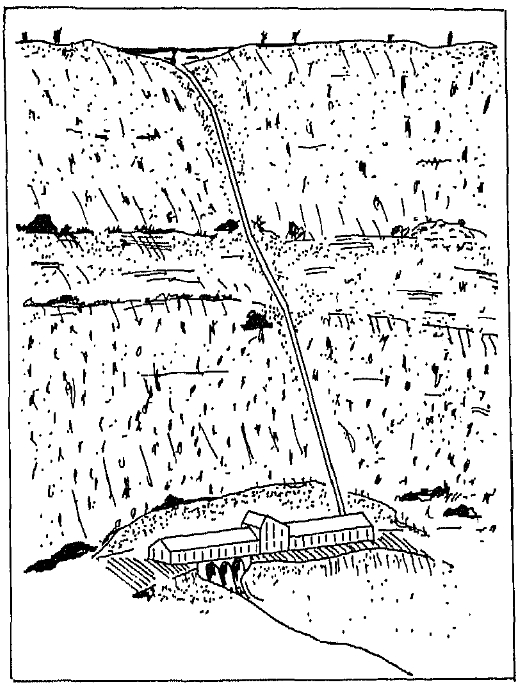
إن معرفة سرعة جريان المياه فى نقطة معينة على النهر وكمية المياه الجارية وكذلك معدل التقلبات ، كل ذلك ضرورى قبل القيام بالمشاريع المتوخاة للإستفادة من القدرة المائية . ومثل هذه الدراسة أو المراقبة تبين لنا الأعمال الضرورية التى يجب علينا أن نقوم بها قبل أن نتمكن من استغلال القدرة المائية الكامنة ، من مثل بناء السدود ، وارتفاعاتها اللازمة وأطوالها وغير ذلك من الأعمال .

ويؤثر مناخ المنطقة وطبيعتها الطبوغرافية والغطاء النباتى الذى يغطيها كثيرًا على كميات المياه الجارية وعلى تقلباتها خلال أشهر السنة . وبمعنى آخر كميات الأمطار الهاطلة وتوزعها

على أشهر وفصول السنة ودرجة انتظام هطول الثلوج ووجود الجليد على قمم الجبال العالية وموسم ذوبانها ودرجة تغذية النهر بمياهها وطبيعة الأراضى التى تمر فيها الأنهار من سهول إلى مناطق جبلية جرداء إلى جبال مشجرة إلخ ... كل هذه الأمور تؤثر تأثيرًا بالغًا على إمكانية الاستفادة من المجارى المائية أو عدم الاستفادة منها .

### ٥ ـ ٢ آليـة إنمـاء القـدرة المـائية

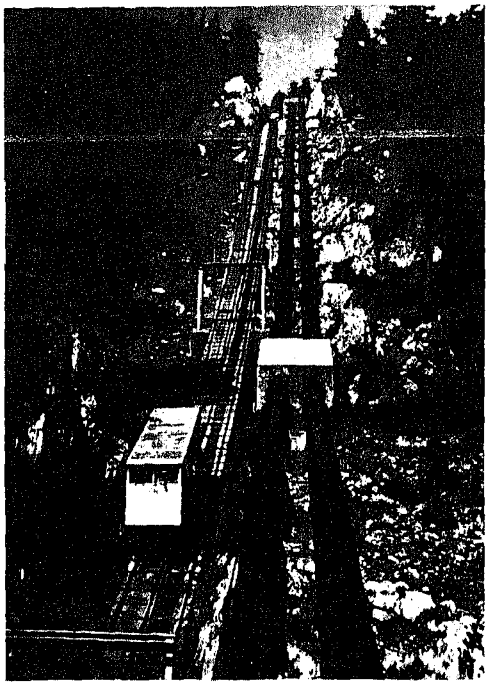
من الضرورى تحقيق استقرار فى تدفق مياه الجداول لتأمين تجهيز طاقة هذه الجداول وتحويل هذه الطاقة بصورة اقتصادية إلى قدرة . ويتم هذا الاستقرار ببناء السدود التى يرتفع بعضها مئات الأمتار فى بعض الحالات شكل (٥) ، تلك السدود التى تختزن فى المساحات



١ـ الخزان
B ـ القناة الموصلة
C ـ مصنع التوليد
D ـ المياه بعد خروجها

شكل (٥) . الخزان ومصنع التوليد

الواقعة خلف جدرانها كميات وفيرة من المياه يمكن الاعتماد عليها طيلة أيام العام بغض النظر عن نقص أو زيادة التهطال الموسمى .



شكل (٦) منظر لأنابيب المياة الهابطة من السد لتوليد القدرة
فى أسفل الوادى فى إحدى الولايات الأمريكية .

وتؤخذ المياه عادة من رأس السد إلى المحطة (توليد القدرة) المقامة بالقرب من أسفل جدار السد أو ربما تدفع بواسطة المضخات من مستودعات التخزين عبر قنوات ذات انحدارات شديدة حتى تصل إلى مصبات ذات ارتفاع مناسب وفى كلتا الحالتين تجر المياه إلى فوهات Penstocks حادة الزوايا وشديدة الإنحدار باتجاه العنفة المائية أو التوربين.

ويسبب ضغط الماء على فراشات العنفة المائية دورانها الذى ينقل إلى مولدات (دينمو) لتوليد الطاقة الكهربائية .

وتكون فتحات الأقنية الخارجة من السد سواء كانت عامودية أو منحنية أكثر عرضًا هنا من فوهاتها . وهى تبنى على هذا الشكل حتى لا يؤثر اضطراب المياه السطحية المخزونة فى السد على ضغط المياه عند خروجها من الفوهات إلى العنفات المائية . وهذا أمر ضرورى جدًا لضمان توليد تيار كهربائى ذى استطاعة (قدرة) ثابتة .

ويقدر ضغط الماء بالبوصة المربعة . بـ ٠.٤٣٣ ليبره للقدم ، على مسافة عمودية من المجرى . من سطح الماء إلى نقطة دخول الماء فى العنفة المائية .

وحيث تولد القدرة بالقرب من شلالات المياه ، تؤخذ المياه إلى الخارج مسافة ما قبل وصولها إلى الشلال ، ثم تعاد بقنوات إلى مجار خاصة تقود إلى محطات توليد القدرة المقامة بالقرب من قاع الخانق Gorge الذى يوجد بصورة عامة أسفل أكثر الشلالات الكبيرة .

وفى شلالات نياجرا حيث ولّدت القدرة بهذه الطريقة قامت الشركات العديدة بإنشاء قنوات آخذة طويلة وأنفاق صخرية كثيرة لجر المياه إلى فوهة الانطلاق Penstock . ولكن مما يؤسف له حقًا هو أن تحويل المياه قبل وصولها إلى الشلال يؤثر كثيرًا على جمال هذه الشلالات كما هو الحال فى شلالات نياجرا . ولكن بالإمكان مع ذلك إقامة منشآت تحقق كلتا الحاجتين أى توليد القدرة والحفاظ على جمال الشلالات الطبيعى .

وفى البقاع الجبلية التى تشابه الجبال الألبية ، تؤمن الجداول تدفقًا مائيًا ثابتًا إلى حد ما من الثلوج الدائمة وحقول الجليد التى توجد فى مناطق القمم ، وتسمى أمثال هذه الحقول الثلجية فى كثير من الأحيان (الفحم الأبيض) . هذا التعبير الذى اتسع حتى أضحى يدل على الطاقة الكهربائية .

إلا أن معظم الجداول الجبلية تكون صغيرة نسبيًا ، لذلك يتمكن الإنسان بسهولة كبيرة من إقامة خزانات لخزن المياه فى أقسامها العليا ، كما أن شدة انحدارها تمكن الإنسان من استخدام الضغط الذى ينجم عن انحدار هذه الجداول من الإرتفاعات الكبيرة ، فى التعويض عن قلة غزارتها . وتوجد فى جبال الألب والجبال المشابهة لها بعض المواقع التى ينحدر منها الماء من ارتفاعات تزيد على ١٠٠٠ ــ ١٥٠٠م عبر فوهات الانطلاق قبل أن يصل إلى العنفات المائية المقامة فى أسفل السد .

ولكن عندما يتدفق جدول عريض عبر واد ضيق وسحيق Canyon يمكن للإنسان أن يقيم شلالات اصطناعية . وهذا هو حال سد هوفر فى وادى نهر كولورادو الذى يرتفع إلى ٢٥٠ مترًا فوق قاع الوادى ويمتد من طرف الوادى إلى طرفه الآخر حاجزًا وراءه بحيرة واسعة من الماء . وبهذه الطريقة يمكن الحصول على رفع فى مستوى المياه إلى قرب مستوى حائط السد بالإضافة إلى تأمين كميات كافية من المياه لملء عدد من فوهات الإنطلاق .

وتكون الجداول فى البقاع المنخفضة عادة بطيئة وعريضة ، ولكنها على الغالب تحمل كميات وفيرة من المياه ، إلا أن الإنسان لا يتمكن من رفع مستوى المياه إلى ارتفاعات

عالية ببناء السدود على مثل هذه الأنهار ، ولو أن حجم المياه الكبير يعوض عن انخفاض السقطات القليلة الارتفاع ، وأمثلة عن مثل هذا النموذج نجدها فى سد (كيوك Kock) المقام على نهر المسيسبى الأدنى وغيره من الأنهار.

إن هذا النمط من الإنماء الكهرمائى يكون عادة مكلفًا بالنسبة لوحدة القدرة المنتجة إلا إذا رافق ذلك استعمالات عديدة أخرى للمياه التى يحصرها السد ، كالملاحة والرى وضبط الفيضانات .

ولما كانت هذه الأغراض لا تتحقق فى كل مكان لذلك كان مثل هذه السدود فى العالم محدودًا نسبيًا .

## ٦ ـ ٢ التوزع الجغرافى للقدرة المائية

يتم التوزع الجغرافى لهذه القدرة على أساس المناطق المناخية ولهذا سنعرض إلى هذه المناطق لنقف على مدى غناها بهذه القدرة .

**١ ـ المنطقة الاستوائية** : تعتبر هذه المنطقة بانتظام أمطارها اليومية التى تزيد على المترين فى العام من أغنى مناطق العالم بالقدرة المائية وخاصة الجبلية منها حيث تتوفر غزارة المياه وشدة الإنحدار وأهمها :

**( ا ) حوض الكونغو :**

ويقدر ذخره بـ ٢٥٪ من القدرة المائية فى العالم وأهم المجارى هنا هى الكونغو بشلالاته وروافده وخاصة الأوبانجى .

**(ب) حوض البرازيل :**

وهو أقل أهمية من حوض الكونغو ويقدر ذخره بـ ١٥٪ من ذخر العالم رغم غزارة نهر الأمازون وفروعه وذلك بسبب استواء أرض هذا الحوض .

**(جـ) جزر الهند الشرقية :**

وهى قليلة الأهمية من حيث ذخرها المائى وذلك راجع إلى طبيعتها الجزرية المتطاولة وسطحها البركانى الذى يؤدى إلى قصر مجاريها المائية .

٢ ـ **المناطق المدارية** : تفيض أنهار هذه المنطقة صيفًا أى فى موسم هطول الأمطار وتقل مياهها فى الشتاء أى فى فصل الجفاف ، وهذا يجعل استغلالها أشد صعوبة من استغلال المجارى الاستوائية ، بل قد يقتصر على الفصل الممطر ، ويقدر ذخرها المائى بما لا يزيد على ٢٠٪ من الذخر العالمى .

٣ ـ **المناطق المعتدلة** : وهى تضم نماذج مناخية متعددة أهمها :

(ا) **المناخ المحيطى** :

ويمتاز بأمطار سنوية منتظمة وفروق حرارية ضئيلة ، ويندر أن يحصل فيه التجمد شتاء ، يضاف إلى ذلك كثرة السلاسل الجبلية ذات الانحدارات الشديدة فى المناطق التى يسود فيها هذا المناخ كما هو الحال فى النرويج وإيكوسيا وسواحل ألاسكا الغربية والتشيلى فى أمريكا الجنوبية .

(ب) **المناخ القارى** :

وَيحد من الاستفادة من قدرته المائية أمران : قلة غزارة المجارى المائية بسبب قلة الأمطار الصيفية خاصة التى لا تزيد كميتها على (٥٠٠مم) ، ثم تجمد مياه هذه المجارى فى فصل الشتاء .

(جـ) **المناخ المتوسطى** :

وهو الآخر قليل الفائدة بسبب قلة كمية التهطال السنوى وعدم انتظام توزعه ، وأيضًا بسبب جفاف الصيف وطوله .

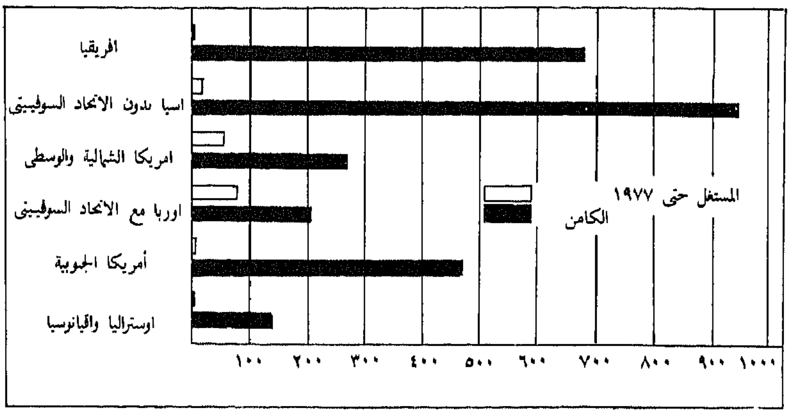
(د) **المناخ الجبلى** :

وهو قسمان يحتويان معًا على حوالى ٣٥٪ من الذخر العالمى للقدرة المائية وهما :

**أولا** : مناخ الجبال القليلة الارتفاع والخالية من الجموديات ، وتفيض أنهارها فى الربيع خاصة حين تذوب الثلوج فى (أوروبا الجنوبية) .

ثانيًا : مناخ الجبال العالية التى تغطيها الجموديات وتفيض أنهارها فى الربيع والصيف حيث تذوب الثلوج أولا ثم قسم من الجموديات فى الصيف ثانيًا ، وتشح مياهها فى الشتاء حيث تهطل الثلوج بدل الأمطار (أوروبا الوسطى ، الألب ، وفى روسيا ، القفقاس ، وهيمالايا فى الهند) .

٤ ـ **المناطق الصحراوية والقطبية** : تتصف مجارى هذه المناطق بعدم الانتظام ، فهى جافة أكثر أيام السنة فى الصحارى ، ومتجمدة معظم الفصل البارد فى المناطق القطبية ولذلك تعتبر من المناطق غير الصالحة للاستثمار شكل (٧) .




شكل (٧)

شكل (٧) جدول يبين القدرة المائية المستغل منها وغير المستغل بالآف الميغاوات

## ٧ ـ ٢ إنماء القدرة المائية فى العالم

١ ـ **فى الولايات المتحدة الأمريكية** : لعبت القدرة المائية قبل عهد الاستقلال دورًا هامًا فى هذه البلاد ، وبصورة خاصة فى منطقة إنكلترا الجديدة حيث تنتشر منطقة تعرّضت للجليديات غنية بالبحيرات والشلالات الصغيرة ومناطق الإسراع والأنهار ذات الأنظمة النهرية المنتظمة .

وكانت معظم الطواحين ومصانع نشر الأخشاب تدار بالقدرة المائية مباشرة حتى أن منافيخ الحدادين كانت فى كثير من الأحيان تدار بالقدرة المائية التى تَصب من ارتفاعات كبيرة .

أما فى المستعمرات الجنوبية البعيدة فقد كانت الأوضاع الطبيعية غير ملائمة لإنماء الطاقة المائية ، فالأنهار أكبر ولكن جريان المياه فيها كان أكثر عرضة للتقلبات ، ونتيجة لذلك لم تحظ الطاقة المائية فى الجنوب بنفس الأهمية التى كانت لها فى إنكلترا الجديدة فى الشمال .

ثم استغِلّت الشلالات بعد ذلك وكذلك المياه المنحدرة من المرتفعات فى توليد القدرة لتشغيل المعامل ، وأسهمت فى التصنيع الأولى فى ذلك الجزء من العالم الجديد .

ولكن مع إدخال القدرة البخارية التى اعتمدت على الفحم قلت أهمية القدرة المائية وظلت قليلة الأهمية مدة تزيد على نصف قرن ، ولكن منذ عام ١٩٠٠م قامت صناعة القدرة المائية الحديثة التى ارتكزت على توليد الكهرباء وتقدمت بخطى سريعة . وقد بلغت القدرة المائية المستغلة فى الولايات المتحدة عام ١٩٢٠م حوالى ٤ ملايين كيلوات ثم ازدادت حتى بلغت ٣٣ مليون كيلوات عام ١٩٦٠م ومع هذا لا يشكل هذا الرقم إلا ٤٪ من مجموع القدرة المستخدمة فى الولايات المتحدة بما فى ذلك محروقات السيارات . أما إمكانيات البلاد فتزيد فى الحقيقة على ثلاثة أمثال هذا الرقم إذا أخذنا بعين الاعتبار متوسط الغزارة وهذا يدل بلاشك على أن القدرة المائية لن تتمكن حتى ولو استغلّت تمام الاستغلال من تأمين أكثر من جزء صغير من حاجة الولايات المتحدة إلى الطاقة .

**مناطق إنماء القدرة المائية :**

تقع أهم مناطق توليد القدرة فى الولايات المتحدة الأمريكية فى القسم الشمالى والشمالى الشرقى من البلاد - حيث شلالات نياجرا ونهر هدسون - من ولاية المين إلى منيسوتا بسبب أنهارها وبحيراتها وكثرة التهطال فيها واكتظاظها بالسكان . لذلك كان استغلال القدرة المائية هنا أكبر منه فى الأجزاء الأخرى من البلاد . ولكن الطلب على الكهرباء فى هذه المنطقة هو أكبر من الاستطاعة التى توفرها المياه ، لذلك تؤمّن بقية الكهرباء عن طريق معامل توليد البخار التى تعتمد على الفحم الحجرى المسحوق .

وتأتى شلالات سانت أنتونى فى مينابوليس بالدرجة الثانية من الأهمية ، وتستخدم القدرة المائية المتوفرة لتأمين تيار إضافى لمواجهة الحمولات اليومية المرتفعة .

أما المنطقة الأبلاشية التى تمتد من بنسلفانيا إلى ألاباما جنوبًا فتمتاز بقدرة مائية وفيرة

استغِلّت لتأمين حاجة هذه المنطقة ذات الكثافة السكانية الكبيرة للكهرباء . وإن ارتفاع الجبال فيها وشدة انحدار مجاريها وكذلك كميات أمطارها المرتفعة تساعد كلها على إنماء القدرة المائية التي تمس الحاجة إليها . وهنا يقع وادى تِنِسى الذى أقيم عليه سد من أكبر السدود المائية فى العالم ، ومحطة تعتبر من أكبر محطات توليد القدرة فى الولايات المتحدة الأمريكية . وإلى الشرق من الأبلاش وعند خط التماس بين منطقة الصخور القاسية (البيدمونت) بالصخور الرخوة الساحلية ، تقع منطقة من أحسن المناطق لتوليد الطاقة المائية وتدعى بخط الشلالات ، ويمتد هذا الخط من ترنتون فى ولاية نيوجرسى عبر بالتيمور وريتشموند إلى كولومبيا وكارولينا الجنوبية وجورجيا . وقد أقيم الكثير من معامل النسيج وغيرها فى هذه المنطقة بسبب توفر الطاقة الكهربائية واليد العاملة الرخيصة والمواد الأولية المتوفرة والقريبة .

وتقل الأمطار فى الجزء الغربى من السهول الداخلية ، حتى أنها لا تتجاوز نصف المتر فى السنة ، ولهذا يصغر حجم الأنهار عدة أشهر فى السنة ، ولكن هذه الأنهار تتعرض إلى ارتفاع فصلى فى مياهها وغالبًا إلى فيضانات حقيقية .

ويصرف نهر الميسورى وروافده معظم مياه هذه المنطقة ، التى ينبع بعضها من الجبال الصخرية ، وبعضها الآخر من السهول العليا . وقد بدء منذ عام ١٩٤٦م مشروع لإنماء مياه حوض الميسورى ، ومازال العمل جاريًا فيه حتى الآن . والغرض الأساسى من المشروع هو ضبط فيضان النهر بإقامة عدد كبير ولكن صغير من الخزانات ، ثم استخدام المياه المحجوزة لرى المناطق الصالحة لذلك وحماية الأراضى الزراعية المجاورة للحوض من الإنزلاق وتحقيق بعض التحسينات فى المِلاحة .

وتستخدم معظم القدرة المولّدة اليوم فى ميكنة الزراعة وتكييف الهواء ورفع المياه من الآبار للرى وللأغراض الأخرى ، بسبب قلة السكان وقلة الصناعات المحلية . وستزيد الاستطاعة الثابتة التى ستنجم عن إقامة هذه السدود جميعًا حتى تتجاوز ٢ مليون كيلوات بعد إنتهاء المشروع مما سيتيح الفرصة لإقامة صناعات عديدة ستعتمد على ما سيتوفر من كهرباء .

إلا أن أهم مناطق القدرة المائية الكامنة يقع فى الشمال الغربى من البلاد ، حيث تتلقى جبال الكاسكاد المواجهة لرياح المحيط الأطلسى تهطالا سنويًا كبيرًا وثلوجًا غزيرة قد يزيد ارتفاعها بعض الأعوام على عشرة أمتار .

وقد تمت إقامة مشروع سد على أهم أنهار المنطقة ـ نهر كولومبيا ـ مما ساعد على توفير كميات كبيرة من القدرة ، وفى هذه المنطقة تكمن $\frac{1}{5}$ القدرة المائية الكامنة فى الولايات المتحدة الأمريكية فى ولايتى واشنطون وأوريجون . إن قلة أحواض الفحم والبترول فى هذا الجزء من الولايات يزيد من أهمية إنماء القدرة المائية .

وتتلقى منحدرات جبال السييرانيفادا فى كاليفورنيا أيضًا تهطالا كبيرًا بعضه يكون على شكل ثلوج شتوية . وعلى الرغم من أن روافد نهرى ساكرامنتو وسان جاكوان صغيرة نسبيًا إلا أن عددها وسرعة انحدار مجاريها يزيدان من إمكانيات هذين النهرين على توليد القدرة .

وبسبب تزايد السكان السريع وحاجتهم إلى الطاقة ، تم إنماء مصادر القدرة المائية فى هذه الولاية بنسبة تفوق ما تم فى بقية الولايات المشرفة على المحيط الهادى ، إذ زاد ما استغِل من قدرة المياه هنا على ٢٨٪ من مجموع القدرة المتوفرة . ولكن ما استغِل فعلا فى مجموع الولايات المشرفة على المحيط الهادى لا يزيد على خمس القدرة الموجودة .

ويمر نهر كولورادو فى أكثر الأجزاء جفافًا من البلاد ولكن ذوبان الثلوج فى أعالى الجبال الصخرية يؤمن مياه كافية للجريان . والغرض الأساسى فى معظم الولايات الجنوبية الغربية من إنماء القدرة المائية هو تأمين المياه لأغراض الرى ، ولكن سد هوفر على نهر كولورادو يعتبر من أكبر مشاريع الرى وتوليد القدرة فى العالم . وقد صمم هذا المشروع أصلا لتعديل كميات المياه فى مجرى الكولورادو الأدنى وذلك لتلافى ضياع المياه فى فترة الفيضان ولتأمين المياه لأغراض الرى العديدة طوال العام ولزيادة الأرض القابلة للرى ولتوليد طاقة رخيصة للأغراض المنزلية والصناعية .

**٢ ـ إنماء القدرة المائية فى أوروبا** : تنتج إيطاليا وفرنسا وسويسرا وألمانيا والنرويج والسويد حوالى ثلثى القدرة الكهربائية المستغلة فى أوروبا غربى الإتحاد السوفياتى .

ولقد كان انعدام وجود البترول فى إيطاليا من أكبر الدوافع لاستغلال القدرة المائية فيها . ويتلقى الجزء الجبلى من إيطاليا عادة تهطالا لا بأس به وخاصة جبال الألب والقسم الشمالى من جبال الأبنين .

وتوجد مواقع القدرة المائية فى إيطاليا فى المنطقة الجبلية التى تحيط بوادى البو المصنّع ذى الكثافة السكانية الشديدة . وتعتبر هذه البقعة مثلا ممتازًا آخر عن الحقيقة القائلة إنه بصرف النظر عن كمية القدرة الكهرمائية المتوفرة ، من الضرورى دومًا تقريبًا أن يشمل

النظام System عددًا من المحطات الكهرحرارية وذلك ليسهل تعديل فيض الكهرباء المولدة .

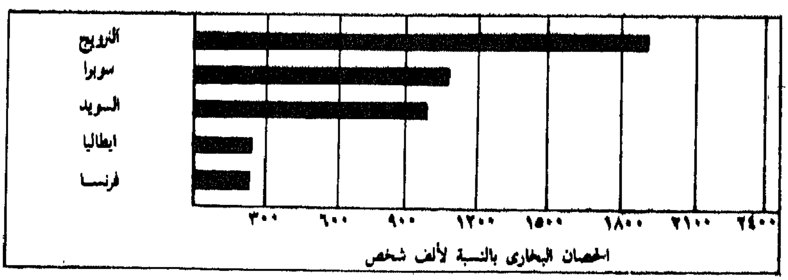
وتأتى فرنسا بالمرتبة الثانية بين الشعوب الأوروبية فى استغلال القدرة المائية وينتشر الاستغلال الصغير فى كل مكان منها تقريبًا ، إلا أن مناطق استغلال القدرة الكهرمائية الأساسية تقع فى جبال الألب والبرنه ، وعلى امتداد الجداول التى تنبع من الهضبة المركزية التى تتلقى أمطارًا جيدة .

ولقد أدّى نقص الموارد الفحمية الهامة وكذلك الانتشار الواسع للقدرة المائية الكامنة فى الأجزاء الجنوبية من البلاد إلى إتساع الاستغلال الإقليمى للقدرة المائية فى هذه المنطقة .

وتحتل السويد على ضوء التقديرات الأخيرة المرتبة الثالثة بين الدول الأوروبية بالقدرة المائية المستغلة فيها ، متقدمة بذلك على النرويج ولكن بفارق بسيط . وقد ساعد السويد على تنمية القدرة المائية فيها كثرة إمكانياتها وانتشار هذه الإمكانيات المهيئة للاستغلال لأن معظم مجارى مياهها مقطعة بالبحيرات التى نشأت عن الحت الجمودى ، هذه البحيرات التى تقوم بدور خزانات طبيعية للمياه وتؤمن لهذه المجارى غزارة منتظمة .

وتستعمل القدرة المائية المستغلة لتعدين الحديد وفى مصانع الورق فى شمالى البلاد وللتصنيع فى أقصى الجنوب . وأسواقها فى الحقيقة فى متناول اليد ، ولكن العقبة الرئيسية التى يجب تجاوزها تكمن فى تشكل الجليد الكثيف فى شمال ووسط السويد خلال جزء كبير من فترة الشتاء الطويل .

وتحتل النرويج المرتبة الأولى بين الدول الأوروبية فى القدرة الكهربائية المستغلة بالنسبة للفرد ، وهى تعادل تقريبًا السويد فى مجموع القدرة المستغلة شكل (٨) .




شكل (٨) القدرة البيئية المستغلة بالنسبة لآلاف الأشخاص

ويساعد على هذا الاستغلال المناخ الشتوى المعتدل الذى ينتشر على طول الساحل الغربى وكذلك التهطال الكثيف على شكل ثلوج فى مناطق المرتفعات الداخلية . ويؤمن هذا التهطال استمرار جريان المجارى المائية ذات الانحدارات الكبيرة باتجاه الساحل المجاور العميق المحزز (المفرّض) .

ولقد اشتهرت النرويج منذ أمد بعيد بانخفاض تكلفة القدرة الكهرمائية فيها ، ويعتبر هذا الأمر من العوامل الاقتصادية التى شجعت على تنمية الاقتصاد النرويجى . وقد ساعد انخفاض أثمان الكهرباء على تنويع الصناعات التصنيعية من مثل إنتاج النيتروجين الصناعى (الأزوت) الذى تتفوق النرويج فى إنتاجه كثيرًا على السويد .

وتعتبر سويسرا العضو الثالث بين الدول الصغيرة التى اتسع فيها استغلال الطاقة الكهرمائية . وبسبب نقص الفحم الحجرى فى هذه البلاد وكذلك الكميات اللازمة من المواد الأولية للتصنيع ، إلتفت سكان سويسرا نحو الصناعات التى تحتاج إلى المهارة من مثل تصنيع الساعات والآلات الدقيقة ، هذه الأشياء التى تحتاج إلى كميات قليلة من المواد الأولية ، إلا أن استغلال مهارة الصناع واستعمال القدرة المتوفرة والموجهة يجعل لهذه المنتجات أثمانًا مرتفعة .

ومع أن أجزاء عديدة من ألمانيا الغربية غنية بالفحم الحجرى ، لا يزال الناس هناك يجدون استغلال مصادر القدرة المائية ملائمًا من الناحية الاقتصادية . ولكن استغلال هذه المصادر لا يشكل إلا جزءًا ضئيلا جدًا من القدرة المولدة عن طريق الفحم .

ولقد قدّرت القدرة المائية الكامنة فى الاتحاد السوفياتى على أساس متوسط الغزارة mcanflow بـ (٣٧٦) مليون حصان أو ثلاثة أضعاف إمكانيات الولايات المتحدة الكامنة على نفس الأساس .

وتوجد أربعة أخماس هذه القدرة فى الجزء الاستوائى من البلاد ، إلا أنه يجب ألا يغرب عن البال أن قسما من هذه القدرة موجود فى الأنهار التى تتدفق باتجاه الشمال نحو المحيط المتجمد الشمالى ، وهى تتميز باضطراب نظامها ، إذ أنها تتجمد فى قسم كبير من السنة . وقد وصلت الاستطاعة الكهربائية المستخدمة فى أوائل عام ١٩٦٠م أكثر من ١٩ مليون حصان .

ويعتبر نهر الفولجا وهو أعرض الأنهار الأوروبية أكثرها استغلالاً إذ أقيم عليه سدان

عظيمان فى كل من فولجوجراد (ستالين جراد سابقًا) وكوبيبشيف Knybichev ، اللذين يولدان ٣,٤ و٣,١ مليون حصان وذلك بالإضافة إلى عدد من السدود الصغيرة التى تنتج جميعها حوالى خمسى الطاقة الكهربائية المولدة فى الاتحاد السوفيتى .

ويعد نهر الدنيبر فى الجنوب الغربى من البلاد المركز الثانى للاستغلال الكثيف .

ولقد كان لإنماء الطاقة الكهربائية أهمية خاصة فى البقاع الفقيرة بمصادر الطاقة الأخرى ، كما هو الحال فى كل من مناطق غربى عبر القوقاز وآسيا الوسطى السوفياتية والجزء الشمالى الغربى من أوروبا التابع للاتحاد السوفياتى .

وتم إنشاء محطات كبيرة فى سيبيريا مؤخرًا إلا أن بعضها لا زال قيد الإنشاء من مثل محطة نوفوسيبرسك (٥٤٥ ألف حصان) وإيركوتسك (٩٥٠ ألف حصان) وبراتسك (٦,١ مليون حصان) وكراسنويارسك (٦,٨ مليون حصان) .

ومما لا شك فيه أن رخص تكاليف إقامة محطات توليد القدرة الحرارية وقصر الزمن الذى يتطلبه إنشاؤها وتزايد المتوفر من المحروقات المستحاثة الرخيصة (مناجم الفحم المكشوفة ـ الغاز الطبيعى ، البترول) قد دفع المسئولين فى الإتحاد السوفياتى إلى تفضيل إقامة محطات التوليد الكهرحرارية Thermo-elect فى الخطة الخمسية الحاضرة لتطوير اقتصاد الإتحاد السوفياتى ، بالإضافة إلى توزع منابع القدرة الآنفة الذكر توزعًا ملائمًا للحاجات المحلية القائمة والأسواق الصناعية فى هذا الاتحاد .

وتتميز أوروبا كقارة بتوزع ممتاز لمنابع القدرة فيها ، فالبلاد التى يقل فيها الفحم أو ينعدم كإيطاليا وسويسرا أو السويد والنرويج غنية بالقدرة المائية ، فى حين نجد أن البلاد الفقيرة بالقدرة المائية كانكلترا وبولندا وألمانيا تكون غنية بالفحم الحجرى .

أما روسيا فذات احتياطى كبير من الفحم ومن القدرة المائية الكامنة ، ويصح هذا أيضًا ولكن على مقياس أصغر على كل من أسبانيا والنمسا وتشيكوسلوفاكيا .

أما الدول البلقانية فتضم قدرة مائية كامنة لا بأس بها فى أراضيها ، إلا أن ما ينقصها فعلاً هو إنماء هذه القدرة على مقياس واسع .

**جدول يبين القدرة المائية**
**المهيئة للإستغلال والكامنة فى القارات والدول الرئيسية (بالميغاوات M W)**

| القارة أو البلد | الاستطاعة الكهربائية بالميغاوات m w | نسبة القدرة المائية المهيئة للاستغلال من مجموع الطاقة الكهربائية المولدة | القدرة المائية المقدرة والكامنة المردود على أساس ٨٠٪ والوقت ٩٥٪ | القدرة المائية الكامنة المقدرة على أساس حسابى وعلى **أساس متوسط الغزارة والمردود ٨٠٪** |
|---|---|---|---|---|
| أمريكا الشمالية والوسطى وجزر الهند الغربية | ٦١,٢٣٠ | ٢٤ | ٠٧٢,٠٥٢ | ٢١٦,٠٠٠ |
| الولايات المتحدة | ٣٨,٦٠٠ | ١٧ | ٠٢٧,٢٠٠ | ٠٩٦,٧٠٠ |
| كنـدا | ٢٠,٣١٥ | ٨٣ | ٠٣٤,٦٠٠ | ٠٥٧,٠٠٠ |
| المكسيك | ٠١,٩٠٠ | ٤٤ | ٠٠٥,١٠٠ | ٠٢٧,٠٠٠ |
| أمريكا الجنوبية | ٠٦,٨٦٥ | ٥٠ | ٠٤٠,٦٠٠ | ٣٧٧,٠٠٠ |
| البرازيـل | ٠٣,٨٥٠ | ٨٠ | ٠١٢,٠٠٠ | ١٤٤,٠٠٠ |
| تشيلى | ٠٠,٦٨٨ | ٥٢ | ٠٠٧,٦٠٠ | ٠٢١,٣٠٠ |
| كولومبيـا | ٠٠,٥٨٥ | ٥٥ | ٠٠٣,٢٠٠ | ٠٦٠,٠٠٠ |
| أوربا (متضمنة آسيا السوفياتية) | ٨٥,٨٠٠ | ٤٠ | ٠٤٣,٧٥٠ | ١٦٧,٦٠٠ |
| النمسـا | ٠٣,٦٠٠ | ٧٥ | ٠٠٢,٦٠٠ | ٠٠٥,٦٠٠ |
| فرنسـا | ١٠,٩٠٠ | ٤٧ | ٠٠٣,٢٠٠ | ٠٠٩,٦٠٠ |
| ألمانيا الغربيـة | ٠٣,٥٠٠ | ١٢ | ٠٠١,٣٠٠ | ٠٠٣,٠٠٠ |
| إيطاليـا | ١٢,٧٠٠ | ٧٢ | ٠٠٣,٦٠٠ | ٠١٢,٠٠٠ |
| النرويـج | ٠٦,٦٠٠ | ٩٨ | ٠٠٦,٠٠٠ | ٠١٦,٨٠٠ |
| أسبانيـا | ٠٤,٨٥٠ | ٧٠ | ٠٠٢,١٠٠ | ٠٠٩,٦٠٠ |
| السـويد | ٠٨,٣٠٠ | ٧٨ | ٠٠٤,٠٠٠ | ٠١٨,٠٠٠ |
| سويسـرا | ٠٦,٤٠٠ | ٩٦ | ٠٠١,٨٠٠ | ٠٠٥,٦٠٠ |
| الإتحاد السوفياتى (آسيا السوفياتية) | ١٩,٠٠٠ | ٢٠ | ٠١٢,٠٠٠ | ٠٦٠,٠٠٠ |
| أفريقيـا | ٠٣,١٨٥ | ٦٠ | ١٤١,٠٠٠ | ٥٤٨,٠٠٠ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| أنغـولا | ٠٠,١٢٠ | غير معروف | ٠٠٣,٤٠٠ | ٠٦٣,٠٠٠ |
| الكامـيرون | ٠٠,١٥٩ | ٩٠ | ٠٠٣,٨٠٠ | ٠٢٣,٠٠٠ |
| الكونغو | ٠٠,٧٦٣ | ٩٠ | ٠٧٨,٠٠٠ | ١٤٤,٠٠٠ |
| أثيوبيـا (الحبشة) | ٠٠,٠٠٨ | ٦٠ | ٠٠٣,٤٠٠ | ٠٢٨,٠٠٠ |
| غابـون | ٠٠,٠١٩ | ٦٠ | ٠٠٤,٨٠٠ | ٠١٧,٥٠٠ |
| مالغاسي (مدغشقر) | ٠٠,٠٢٤ | ٤٤ | ٠١١,٤٠٠ | ٠٤٦,٠٠٠ |
| نيجيريـا | ٠٠,٠٢٠ | ١١ | ٠٠٧,٦٠٠ | ٠١٧,٦٠٠ |
| روديسـيا ونياسـالاند | ٠٠,٨١٠ | ٧٠ | ٠٠٣,٧٠٠ | ٠١٨,٠٠٠ |
| آسـيا | ٢٠,١٩٢ | ٥٠ | ١٣٦,٢٠٠ | ٨١٦,٦٠٠ |
| الصـين | غير معروف | غير معروف | ٠٣٢,٠٠٠ | ١٧٦,٠٠٠ |
| الهـند | ٠٢,٤٥٠ | ٣٣ | ٠٢٥,٠٠٠ | ٠٦٩,٠٠٠ |
| اليـابان | ١٤,٠٠٠ | ٥٣ | ٠٠٧,٢٠٠ | ٠١٥,٠٠٠ |
| كـوريا ـ الجنوبيـة والشماليـة | ٠١,٣٥٠ | غير معروف | ٠٠١,٨٠٠ | ٠٠٣,٠٠٠ |
| باكسـتان | ٠٠,٣٤٦ | ٤١ | ٠٠٥,٢٥٠ | ٠١٢,٠٠٠ |
| أندونيسـيا | ٠٠,٢٠٠ | غير معروف | ٠١٣,٥٠٠ | ١٠٣,٦٠٠ |
| أستراليـا واقيانوسـيا | ٠٣,٦٦٠ | ٤٠ | ٠٠٧,٧٠٠ | ٠٥٣,٤٠٠ |
| أستراليـا | ٠٢,٠٠٠ | ٢٥ | ٠٠٠,٦٠٠ | ٠٢٢,٨٠٠ |
| نيوزيـلانده | ٠١,٥٥٠ | ٨٠ | ٠٠٣,٠٠٠ | ٠٠٦,٦٠٠ |

المصدر :

Young Lloyd L. Summary of developed and potential water power of the U.S.A and other countries of the World, 1955-1962. U.S. Geological Survey circular 483.

### ٣ ـ مناطق إنماء القدرة المائية فى العالم :

#### ( ا ) القـدرة المـائيـة فى آسيا :

تأتى اليابان على رأس الدولة الآسيوية فى تنمية الطاقة الكهرمائية (انظر الجدول ص ٤٥ ) . فقد أقامت اليابان من دواليب المياه Water - wheels والمولدات ما أوصل التيار الكهربائى إلى حد الإمكانات المنتشرة على أساس الحد الأدنى Minimum flow لغزارة المجرى .

وتتضمن العوامل التى أدّت إلى هذا الإنماء الكبير بلا شك ، التهطال الكبير الذى يصيب هذه الجزر وطوبوغرافيتها الجبلية والحاجة إلى القدرة الصناعية ، يضاف إليها همة وحيوية الشعب اليابانى وهذا عامل يجب ألا يغفل لأنه ذو أهمية كبيرة .

ولقد قامت كوريا بخطوات واسعة لاستغلال ما يناسب إمكاناتها المقدرة من القدرة المائية . ولكن على المرء أن يلاحظ أن إنماء الطاقة الكهرمائية فى آسيا هى على العموم ـ وبالنسبة لمجموع القارة ـ لم تحظ إلا بتقدم ضئيل نسبيًا بالنسبة لإمكاناتها الكامنة .

#### (ب) القدرة المائية فى أفريقيا :

تأتى إفريقيا فى مقدمة القارات من حيث قدرتها المائية الكامنة التى تبلغ حوالى خمسى القدرة المائية الكامنة فى العالم . ومع ذلك فلم يجر إلا استغلال جزء ضئيل من هذه القدرة وذلك على الرغم من وقوع جزء من إفريقيا ضمن نطاق العروض المنخفضة التى تتميز بأمطارها الغزيرة وكون معظم القارة شبه هضبةٍ تنتهى أطرافها بانحدارات حادة نحو البحر ، مؤمّنة بذلك ارتفاعات ملائمة لحدوث شلالات مياه كبيرة ، إلا أن أسواق تصريف القدرة لا زالت صغيرة ومبعثرة ضمن القارة . كما أن أحسن أسواق استهلاك القدرة فى الحقيقة هى البقاع الصناعية وأقربها يقع فى أوروبا التى يفصلها عن مواقع القدرة الكامنة فى إفريقيا مجموع الشمال الإفريقى الجاف .

ولهذا السبب يبدو من المحتمل جدًا أن يتأخر إنماء القدرة الكهرمائية فى إفريقيا بمقياس يتناسب مع قدرتها الكامنة العظيمة حتى تتم إقامة مراكز صناعية كبرى ضمن القارة ذاتها ، وهذا يتطلب ولا شك تطورًا وزمنًا كبيرين لا تزال القارة الإفريقية بعيدة عنهما ، أو أنه يجب إيجاد أسواق للطاقة الكهرمائية الإفريقية خارج حدود القارة ، ويبدو مثل هذا

الاحتمال بعيداً أيضا بسبب ما تتضمنه عملية نقل Transmission الكهرباء حتى الآن من ضياع ، هذا الضياع الذى يتناسب طرداً وبعد المسافة بين مراكز التوليد ومراكز الاستهلاك .

(جـ) القدرة المائية فى أمريكا الجنوبية :

تأتى أمريكا الجنوبية فى المرتبة الرابعة بين القارات من ناحية إنماء الطاقة . ولو أنها من حيث إمكاناتها الكامنة تعادل أوروبا . وتتميز البرازيل باحتلالها مركز الصدارة بين الدول اللاتينية وذلك بسبب احتوائها على حوالى ثلث القدرة الكامنة فى القارة وعلى حوالى ثلثى القدرة المائية المستغلة فى كل القارة .

وتلى تشيلى البرازيل من ناحية حصتها من القدرة الكامنة . ثم كولومبيا والبيرو . وتتبع هذه الدول نفس الترتيب بالنسبة للطاقة المستغلة ، ومع ذلك فإن نسبة المستغل من القدرة المائية فى أمريكا الجنوبية لا يتجاوز نسبة ضئيلة من إمكاناتها الكامنة . ومن المحتمل أن يبقى التوسع فى استغلال الطاقة الكهرمائية بطيئاً لأن معظم مواقع الطاقة المعروفة تحتاج إلى إنشاء السدود المكلفة ، ولبعد هذه المواقع عن أسواق الاستهلاك الواسعة .

(د) القدرة المائية فى أوقيانوسيا :

لم تستغل أوقيانوسيا بعد إلا جزءاً صغيراً من إمكاناتها الكامنة من القدرة المائية . وتحتل نيوزلندا بالنسبة للفرد المرتبة الأولى بين جميع البلاد الأوقيانوسية ، وتتقدم على هذه البلاد تقدما كبيراً . ولقد ساعد على نشاط الاستغلال هنا طبيعة الأراضى الجبلية Terrain ووفرة التهطال والحاجة إلى القدرة الصناعية فى الصناعات التى أقامها سكان هذه البلاد الذين يتميزون بحيويتهم وعددهم الكبير .

وتتصف أستراليا بانخفاض المستغل فيها من القدرة المائية بالنسبة للفرد ، وهى قارة قليلة الأمطار على العموم . وحتى فى أقسامها الشرقية والشمالية الشرقية حيث تغزر الأمطار وتتوفر الأوضاع الملائمة لتنمية القدرة المائية ينتشر احتياطى كبير من الفحم الحجرى السهل التعدين مما يؤدى إلى خلق منافسة جدية فى وجه تنمية القدرة المائية ، لذلك نَدَرَ أن نجد استغلالاً كثيفاً لمواردها .

### ٨ ـ ٢ القدرة المائية والصناعة :

تزودنا محطات توليد القدرة المائية بالنور وبالقدرة اللازمة للأغراض المنزلية ، إلا أنها تعتمد عادة على بيع نسبة كبيرة من التيار الكهربائى للمصانع المختلفة .

ولقد أمكن توزيع الكهرباء إلى مسافات بعيدة نسبيًا بمساعدة خطوط التوتر العالى ، فازدادت المسافات التى يمكن أن ينقل الكهرباء إليها بربح مجز فى العقود الأخيرة ، ومع ذلك فلا تزال أكثر الصناعات تتجمع بالقرب من معامل توليد القدرة وذلك بسبب حاجتها الكبيرة إلى القدرة الرخيصة . ومن بين هذه الصناعات نذكر بصورة خاصة الصناعات الكهركماوية Electro - chemical من مثل صناعة النترات والكالسيوم كاربايد وكذلك صناعات صهر الفلزات بالكهرباء Electro - Metallurgical كتصنيع الألمنيوم من الألمين وتصنيع الخلائط Alloys الخاصة .

**١ ـ مشكلة نقل الكهرباء إلى مسافات بعيدة :** يمكن لمصنع كهربائى كبير أن ينقل الكهرباء بصورة إقتصادية إلى مسافات تتراوح بين ٢٥٠ و ٣٥٠ كيلو متر فى الوقت الحاضر دون خشية ضياع جزء كبير من هذه الكهرباء المنقولة ، أما بالنسبة للمسافات الأكبر بعدًا فيزداد الضياع حتى يبلغ حدًا يجعل النقل عملية خاسرة من الناحية الاقتصادية . ولقد كانت هذه المشكلة ولا زالت مشكلة كبيرة فى نقل الكهرباء ، لأن نقلها إلى مسافات بعيدة عن مراكز التوليد أمر مرغوب فيه ، وذلك لأن النرويج مثلا تستطيع أن تنتج كميات من الكهرباء تتجاوز حاجتها واستهلاكها الفعليين ، وأن بيع فائض الطاقة إلى أوروبا الغربية قد يكون ذا فائدة assel اقتصادية بارزة لها .

ويعانى الإتحاد السوفياتى من نفس المشكلة تقريبًا . فمناطق شرقى الأورال تتميز بفائض كبير قد يكون ذا فائدة اقتصادية عظيمة للجزء الأوروبى من البلاد ، وقد سبق أن ذكرنا شيئًا حول فائض المياه التى لم تستغل بعد فى القارة الأفريقية .

إن القدرة المولّدة فى مصانع توليد الكهرباء المائية والحرارية Thermal تكون على شكل تيار متناوب Olter وتنقل على هذا الشكل عن طريق خطوط التوتر العالى . ويمكن إحداث تغيرات فى التوتر Voltage بواسطة معدلات Transformers منخفضة الثمن نسبيًا ، ولكن الضياع الناجم عن نقل الكهرباء بواسطة خطوط التوتر العالى لسوء الحظ قد حدد أقطار التوزيع إلى الحدود المذكورة آنفًا .

ومن الممكن نقل التيار المستمر إلى مسافات أبعد مما ينقل إليه التيار المتناوب ، ولذلك كان هذا النوع من التيار أكثر كفاية بغض النظر عن تكلفة آلات تحويل التيار المولّد إلى تيار مستمر ثم إعادته إلى تيار متناوب بكميات كبيرة وذلك لأن آلاتها ليست مرتفعة الثمن كثيرًا .

إن استعمال هذه الطريقة وكذلك الآلات الحديثة قد ساعدت على جعل النقل ممكنًا إلى ٣٥٠ كيلومترًا تقريبا ، وهذا ما جرى فى الإتحاد السوفياتى بين مدينة مولجوجراد على نهر الفولجا وحوض الدونتز أو الدونباس Donbass فى غربى البلاد .

وإذا ثبت نجاح هذا النموذج الجديد من الخطوط فقد يزداد المعدل الاقتصادى للنقل زيادة كبيرة تتجاوز الـ ٣٥٠ كيلومترًا المذكورة .

**٢ ـ تكلفة القدرة المائية** : إن عدم حاجة مصانع توليد الكهرباء إلى شراء المحروقات أدّى إلى اعتقاد الناس بأنه يمكن إنتاج وتوزيع الكهرباء من قِبَل هذه المصانع بدون قيمة تقريبًا أو على الأقل بسعر أرخص من الكهرباء التى تولدها الآلات الحرارية . وإن العامة من الناس الذين أخذوا بهذا الاعتقاد قد سهوا عن أن يأخذوا بعين الاعتبار التجهيزات الكبيرة الضرورية لإقامة مصانع القدرة المائية ، بالإضافة إلى أن مواقع هذه القدرة قد توجد غالبًا بعيدة إلى حد ما عن مراكز الصناعة والتسويق وبذلك تتضمن أثمانها تكاليف النقل البعيد من خطوط وأعمدة ومراكز تحويل إلخ .

وإذا أخذنا بعين الاعتبار هذه العوامل التى تدخل فى إقامة مؤسسات توليد الكهرباء من الماء نجد أن التكلفة الإجمالية للكهرباء المولّدة بهذه الطريقة قد تكون معادلة أو أكبر من التكلفة التى تتكلفها الكهرباء المولّدة بواسطة مصانع البخار التى تعتمد على الفحم . كما أننا يجب ألا نغفل عاملا هاما آخر يزيد من تكلفة الكهرباء المولّدة عن طريق المياه وهو الانطمار التدريجى لأحواض تجميع المياه (الخزانات والسدود) وبالتالى تدنى سعتها (Capacity) فالمجارى المائية تحمل معها عادة كميات متفاوتة من المواد الرسوبية التى ترسب فى أعماق المياه الراكدة التى يحتجزها السد . وإن سرعة امتلاء البحيرات أو السدود بالترسبات تعتمد على تدفق Flowage المجرى المعنىّ ، ومن المعروف أن أحسن المجارى المائية لتوليد القدرة تكون المجارى ذات الإنحدار الكبير نسبيًا التى يكون حملها من المواد الرسوبية على العموم مرتفعًا نسبيًا ..

وقد تقلّل الإنشاءات الهندسية من سرعة امتلاء الخزانات بالترسبات عن طريق تعزيلها

وبذلك تطول فترة الاستفادة منها ، إلا أن هذه الإنشاءات تضيف تكاليف جديدة على سعر الكيلو واط الناتج من الكهرباء لقاء نفقات الصيانة .

ولقد عرضنا إلى ما تقدم لنساعد القارئ على فهم سبب عدم رخص القدرة الكهربائية . ولنؤكد لماذا كان يجب إقامة السدود والأحواض حيثما أمكن لتخدم أغراضًا عديدة أخرى غير توليد القدرة الكهربائية كالرى وضبط الفيضانات والملاحة وتأمين مياه الشرب وإقامة مراكز الترويح عن النفس والرياضة .

إن توزيع التكاليف على وظائف Function عدة يبدو أمرًا معقولا ومقبولا ، لأنه يخفّف من تكلفة توليد الطاقة عن طريق المياه .

ولم تبرز بعد ـ وقد لا تبرز أبدًا ـ مشكلة التنافس بين الكهرباء المائية والكهرباء المولّدة بواسطة البخار ، إذ لا يزال العالم محتاجا إليهما كليهما . وقد سبق أن عرضنا إلى أنه إذا أمكن استغلال جميع المياه المتوفرة فى الولايات المتحدة وغيرها من مناطق العالم ، فإن كميات الكهرباء المائية التى يمكن توليدها تبقى أقل من حاجة الشعوب إلى القدرة الكهربائية لذلك كانت زيادة الآلات البخارية التى تعمل على الفحم وتحسينها عاملا هاما وضروريا للنشاط والتقدم الاقتصادى الكبير ، لأن رخص القدرة أمر أساسى للإنتاج الكبير وللرفاه العام ، كما أن رخص القدرة يمكّن المنازل والنشاطات المختلفة فى المناطق الريفية ـ بالإضافة إلى المدن ـ من الحصول على الخدمات الكهربائية بأسعار تقع ضمن إمكانيات السكان الاقتصادية ، وهذا الأمر هو هدف آخر يسعى إليه العاملون فى حقل القدرة سعيًا حثيثًا فى هذا العصر . هذا العصر الذى هو عصر توزيع القدرة .

## ٩ ـ ٢ استهلاك وتجارة الكهرباء :

تستهلك الكهرباء فى العالم كما يلى : ٦٨٪ منها فى الصناعة ، و ٢٤٪ فى الاستعمالات المنزلية و ٥,٧٪ فى النقل و ٢٪ فى الزراعة . ومن هنا يتبين لنا أن معظم الطاقة الكهربائية المولّدة تستعمل فى الصناعة هذا إذا تركنا جانبًا الكهرباء التى تولدها المعامل نفسها والتى تستهلكها بنفسها أيضًا .

وتستخدم الكهرباء المستهلكة فى الصناعة فى عمليات تنوير المناجم وضخ المياه المتجمعة وجر العربات وتكييف الهواء فيها . وفى تحريك آلات الطّرق والتصفيح والثقب

والتسوية فى المعامل ، كما تستخدم فى عمليات تصفية بعض المعادن وتركيب خلائضها كالألمنيوم والنحاس . وقد سبق أن ذكرنا أن الكهرباء قد أصبحت تلعب دورًا كبيرًا فى بعض الصناعات الكيماوية كالنيتروجين (الأزوت) وتثبيته فى المواد المتفجرة ، وصناعة الأسمدة الكيماوية . كما تدخل الكهرباء فى الصناعات النسيجية والخشبية والمواد الغذائية وصناعة الورق فى مختلف مراحلها .

وقد أصبحت الكهرباء تستخدم فى الزراعة فى جر المحاريث وآلات تعقيم المزروعات وفى آلات حلب الأبقار والأغنام وغيرها من الشؤون .

أما عن تجارة الكهرباء فهى تجارة ضعيفة تكاد تقتصر على حدود بعض الدول الغنيه بالطاقة الكهربائية ولا يزيد ما يدخل منها نطاق التجارة عن ١٪ من مجموعها

وأهم مناطق هذه التجارة هى مناطق الحدود بين فرنسا وسويسرا وبين النمسا وتشيكوسلوفاكيا وبين فرنسا وبلجيكا وبين بولونيا وألمانيا . كما تقوم الولايات المتحدة ببيع فائض الطاقة إلى كندا ، والسويد إلى الدانمرك والنمسا إلى بافاريا فى ألمانيا .

إلا أن أكثر الدول التى تحتاج إلى مزيد من الطاقة الكهربائية ، تفضل استيراد الفحم وتوليد الطاقة منه على استيراد الكهرباء إذا كانت مناجم الفحم قريبة من حدودها .

# الفصل الثالث

## الفحم الحجرى ملك ينزل عن عرشه؟

## مقـــدمة

منذ آلاف السنين ، إصطلى الناس وتدفئوا حول نيران الحطب التى كانت تشع دفئًا مبهجًا ، ولكن هذه النيران كانت تتطلب منهم عناية متواصلة وإيقادًا دائمًا حتى لا تنطفئ . ثم اكتشف الإنسان فيما بعد فى زمن اليونان أو الرومان صخرًا أسود اللون ناعم الملمس مستحاث البنية هو الفحم الذى على الرغم من صعوبة إشعاله ما إن تضرم النار به حتى يعطى نارًا متساوية تظل مشتعلة مدة طويلة ، تنشر كميات كبيرة من الحرارة .

ثم أخذ الناس فى القرون الوسطى وبصورة خاصة فى الأقاليم التى يتوفر بها هذا الصخر الأسود ويندر بها الحطب كبعض أجزاء بريطانيا والبلاد المنخفضة وألمانيا يعدنون الفحم ويبيعونه بكميات صغيرة كوقود . وقامت آنذاك فى انكلترا تجارة ساحلية لا بأس بها بهذا الوقود من نيوكسل New castle إلى إقليم لندن . وهكذا استعمل الفحم خلال قرون عدة لتدفئة المنازل وبعض الصناعات الصغيرة ، كالحدادة وغيرها من دكاكين تصنيع المواد المعدنية .

وظل الطلب على الفحم بسيطًا حتى تم اختراع الآلة البخارية ، وقد استخدم الناس الحطب أول الأمر لتسخين المياه فى الآلات البخارية الأولى ، إلا أنهم لم يلبثوا أن أدركوا أن الفحم الحجرى هو أحسن ما يستعمل فى مثل هذه الآلات ، لأنه وقود مركّز يسهل الحصول عليه .

وكان لتوفر الفحم وسهولة الحصول عليه فى بريطانيا أثر كبير فى ظهور الثورة الصناعية فيها قبل غيرها من الدول . ومع الانتباه إلى أهمية الفحم الحجرى بدأت الآلات البخارية فى استعمال كميات الطاقة الكبيرة التى كانت حبيسة فى مناجم الفحم البريطانية ، وأخذت فى تأمين القدرة اللازمة للآلات المتزايدة الكبر والتعقيد . وأضحت أيام الآلات الأولى البدائية ، التى كانت تتألف بمعظمها من الأخشاب والتى كانت تجرها الحيوانات أو تدار بدواليب الماء الصغيرة أو بطواحين الهواء شيئًا من الماضى زالت حتى ذكراه ، ثم

استعمل الفحم بعد ذلك للتدفئة المكانية Space-heating وفيما بعد لتوليد الطاقة .

إلا أن التحريات Investigation فى كيمياء المواد القطرانية الناشئة عن الفحم والركاز[1] الذى يبقى بعد إنتاج الكوك من الفحم الحجرى ، قد مكنت من إيجاد صناعة أصبغة ممتازة بتكاليف منخفضة ، وهذا حقل كسب الكيماويون الألمان فيه شهرة عالية خلال الجزء الأخيرة من القرن الماضى والقسم الأول من القرن الحالى . ثم أصبح الفحم فيما بعد مصدرًا أساسيًا للعديد من السلع الناتجة عن الصناعات الكيماوية . ولا تقتصر هذه الصناعات على صناعة الأصبغة فحسب بل تتعداها إلى الأدوية والعطور ومبيدات الحشرات Insecticides والأسمدة Fertilisers والألياف الصناعية Fibers ، التى يشبه بعضها الحرير فى مظهره وجودته ، لعدد كبير آخر من المواد الأخرى .

## ١ ـ ٣ المركز الاقتصادى العام للفحم الحجرى

على الرغم من التغيرات الكبيرة التى بدأت تلوح فى الأفق بسبب إمكانية تحويل الطاقة النووية إلى قدرة ميكانيكية ، من المحتمل أن يظل الفحم مادة المحروقات الرئيسية ومنبعًا للقدرة فى الصناعة لمدة طويلة .

ولقد نجم التوسع الهائل فى تعدين الفحم خلال القرن الماضى بالدرجة الأولى عن استعماله فى آلات المصانع التى تمتاز بتوفير العمل والأجهزة الآلية لاستغلال القدرة . ولو أنه يصح أيضًا من أن صنع هذه الآلات واستعمالها كانا غير ممكنين لولا توفر الفحم الذى أمّن لها الحرارة والطاقة . لذلك كانت الشعوب الصناعية الكبيرة فى العالم ولا زالت حتى اليوم هى أكثرها إستغلالا للفحم الحجرى كبريطانيا وألمانيا وفرنسا والإتحاد السوفياتى وأخيرًا الولايات المتحدة . وقد اعتمد التطور المادى البارز الذى صنعته هذه الشعوب اعتمادًا كبيرًا على الفحم أكثر من أى مصدر آخر للطاقة .

ومع ذلك فقد فقد الفحم الحجرى الكثير من سيادته السابقة وسيطرته فى حقل الطاقة فى الولايات المتحدة بسبب غناها الكبير بالبترول والغاز الطبيعى ، ويصدق الأمر نفسه أيضًا على البلاد التى عزف الفحم الحجرى بسيادته فيها ، كألمانيا وبريطانيا مثلا إذ ظهر أثر

---

(١) الثفل .

منافسة البترول للفحم الحجرى فى هذين البلدين بشكل واضح جداً . على أننا لا زلنا نجد عدداً كبيراً من الدول ما تزال تزيد من إنتاجها من الفحم الحجرى حتى اليوم بسبب صعوبة حصولها على البترول أو لعدم وجود كميات كافية منه فى أراضيها كالهند والصين . ولهذا لا يزال مجموع الإنتاج العالمى من الفحم بازدياد .

وعلى الرغم مما تقدم لا يزال الفحم الحجرى الذى ينتج سنويا فى الولايات المتحدة يحتل مكان الصدارة من حيث القيمة بين السلع الأساسية المنتجة كما أنه لا يزال يشكل $\frac{1}{4}$ ـ $\frac{1}{5}$ الطاقة المستعملة فى البلاد ، ويشكل مادة الشحن الرئيسية فى أحمال السكك الحديدية .

ولهذا لا يزال الفحم من وجهة النظر الدولية بعيداً عن أن يكون ملكاً تنازل عن عرشه .

ولقد بدأ استغلال الفحم الحجرى على نطاق ضيق من قبل الأفراد فى فترة الإعمار الأولى للولايات المتحدة ، وكان هؤلاء يحصلون عليه من أطراف المجارى المائية حيث تبرز طبقاته للعيان بسبب الحت النهرى لأطراف الوادى ، إلا أن ما كان يستخرج منه بكميات قليلة كان يستعمل فى الأغراض المحلية .

ولم يبدأ التعدين الفعلى للفحم فى هذه البلاد إلا حوالى عام ١٨٢٠م . ومن السجلات المتوفرة عن عام ١٨٢١م يتبين أن الكمية المستخرجة منه كانت بحدود ١٣٢٢ طناً فقط ، ثم ازداد الإنتاج بالتدريج ثم تسارع بعد منتصف القرن التاسع عشر . وبين عام ١٨٧٠م و ١٩١٠م كان الإنتاج يتضاعف كل عشر سنوات ، ووصل الإنتاج إلى قمته أثناء الحرب .

وقد تميزت السنوات التى تلت عام ١٩٢٠م بتحولات ملموسة بسبب منافسة البترول والغاز الطبيعى للفحم . إذ انخفض المجموع الكلى للإنتاج بعد هذا العام عدا الفترة التى رافقت الحرب العالمية الثانية التى استدعت زيادة إنتاج الفحم الحجرى من جديد ، كما ارتفع الإنتاج أيضًا إلى قمته مرة أخرى عام ١٩٤٧ بعد إنتهاء الحرب العالمية الثانية .

وقد نشأ هذا الارتفاع عن الطلب الكبير على فحم الولايات المتحدة من قبل الدول التى قاست من خراب تنظيم صناعة التعدين فيها ثم انخفض إنتاج فحم الإنتراسيت بعد ذلك التاريخ إلى حوالى الربع (من ٦٤ مليون طن إلى أقل من ٢٠ مليوناً) وكذلك فقد انخفض إنتاج الفحم الدهنى والليغنيت إلى أقل من الثلثين (أى من ٦٢٠ مليوناً إلى ٤٠٠ مليوناً) .

## ٢ ـ ٣ أصل الفحم الحجرى وتشكله

الفحم مادة صلبة غير متلبرة Amorphous تتفاوت ألوانها بين الأسمر والأسود اللامع المتألق ، وقد تشكل الفحم بنتيجة تحلالات جزئية لكميات كبيرة من المادة الخضراء التى توضعت فى الأراضى الموحلة (الرّدغة) والمستنقعات منذ ملايين السنين .

وبين فترات انتشار الشروط المستنقعية وتراكم المادة الخضراء ، كانت هناك فترات أخرى يزداد فيها عمق المياه ، ويترسب بنتيجتها الطين والرمال ، وقد اتخذ الطين الكلسى العضوى فيما بعد شكل صفّاح ، بينما اتخذت المواد الأخرى شكل حجارة رملية وأحجار كلسية .

وكانت عملية إنحلال المادة الخضراء تجرى ببطء كبير وبشكل غير كامل ، بسبب قلة الأوكسجين الذى كان يمكن أن يتداخل بينها . وقد نتج عن ذلك تشكل فحم البيت Peat أو التورب أول الأمر ، وقد تم تبدل البيت أو التورب إلى فحم حجرى بنتيجة :

**أولاً** : تراكم الطمى Sitls والرمال والمواد الطينية ـ الكلسية فوق المادة الخضراء التى كانت تحول دون دخول الأوكسجين إليها ودون استمرار الإنحلال .

**ثانيًا** : الضغط الشديد الذى كانت تمارسه هذه المواد المتراكمة فوق فحم البيت والتى أسهمت فى الإسراع بتبدلات كيماوية معينة . وقد نجم عن هذه التبدلات تشكل المياه والغازات كأكسيد الكربون وغاز الميثان وتناقص الأكسجين بصورة خاصة مما أدّى إلى ازدياد غنى المواد الخضراء المتبقية بالكربون (C) .

**ثالثًا** : الحرارة التى نجمت عن الضغط المتزايد نتيجة تراكم مئات بل ألوف الأمتار من الصخور فوق المادة الخضراء المدفونة تحتها ، والتى تزداد بالطبع كلما بعدنا عن سطح الأرض .

**رابعًا** : الحركات الأرضية التى أدّت إلى حصول الالتواءات فى الطبقات الصخرية وازدياد الحرارة والضغط فى الطبقات الحاوية على الفحم .

**ومما تقدم يتبين أن الفحم الحجرى** هو صخر رسوبى يوجد على شكل طيات (أحواض أو عروق) **بين الصخور** الرسوبية الأخرى كالصفّاح والصخور الرملية والكلسية (الجيرية) .

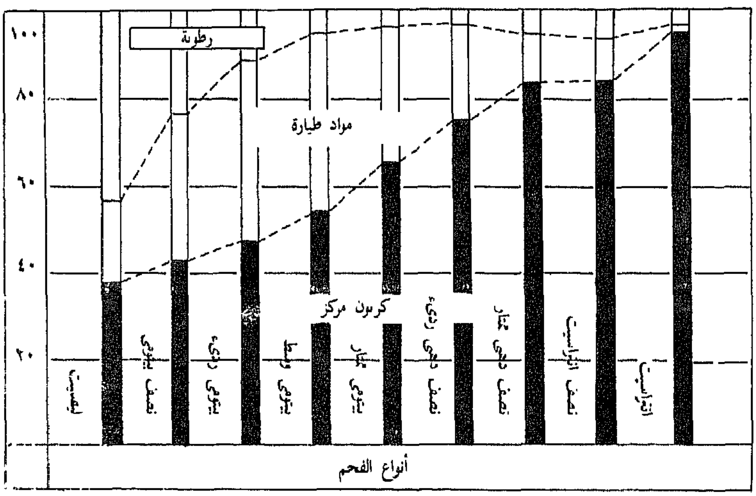
**ويتحمل الفحم الحجرى** تحولات بسيطة نسبيا تنجم عن الضغوط المرتفعة والحرارة العالية التى تصاحب حركات الأرض الشديدة ، إلا أن الفحم يزول ويمحى نهائيًا بعد

درجة معينة من التحول . ويتحسن نوع الفحم إذا تعرضت طبقاته إلى تحول بسيط . إذ قد يصبح بنتيجة هذا التحول فحما نصف دهنى Semibituminus وحتى فحما من نوع الإنتراسيت .

ويندر وجود الفحم الحجرى بأنواعه المختلفة فى البقاع التى سادتها تحولات بارزة جدًا وكذلك فى البقاع التى تسود فيها الصخور النارية .

## ٣ ـ ٣ العناصر الأساسية المكونة للفحم :

بما أن الفحم من أصل نباتى فالكربون المسمّى الكربون المثبت Fixed هو أهم عناصره . وهو النتاج الرئيسى لتأكسد المواد الخشبية الجزئى . وهذا العنصر هو الذى يعطى الفحم لونه الأسود ، وهو الذى يشتعل ناشرًا قليلا من اللهب وحرارة عالية ودون دخان عمليًا شكل (٩) .




شكل (٩) أنواع الفحم

أما عناصر الفحم الأخرى التى تؤثر فى الحرارة التى ينشرها فهى الهيدروكاربونات والرطوبة والرماد .

فالفحم الذى يضم نسبة مرتفعة من الكاربون المثبت ونسبة متوسطة من الهيدروكاربون

يكون ذا قيمة حرارية عالية ، فى حين تكون أنواع الفحم التى تضم كميات كبيرة من الرطوبة ذات قيمة قليلة .

ويتألف الهيدروكاربون من الهيدروجين والكاربون المتحدين كيماويا بنسب وأشكال مختلفة ، وتزيد هذه المركبات من مردود الفحم وأهميته كمادة للمحروقات لأنها ذات قيمة حرارية أعلى من الكاربون المثبت ولأنها تحترق بسهولة أكبر .

وتعتبر الرطوبة على العموم شيئًا غير مرغوب فيه فى جميع أنواع الفحم ، إذ ليس لها أى قيمة حرارية ، بل هى تمتص الحرارة أثناء احتراق الفحم وتؤدى بالتالى إلى انخفاض مردود المحروقات إلى حد أكبر مما تدل عليها نسبتها الفعلية .

ويسبب تبخر الرطوبة الموجودة فى الفحم نقصًا فى وزنه أثناء الشحن أو الخزن ، وإذا تجاوزت كمية الرطوبة التى يحتوى عليها الفحم الـ ١٠٪ من وزنه فقد تسبب تشظى Chipping وتفتت Crumbling الفحم إلى أجزاء صغيرة جدًا تعرف تجاريا باسم «السلاك» Slak أو الفحم الكدر ، ولا يصلح هذا الكدر عمليًا للإيقاد إلا بعد تنظيفه ، لذلك كان ذا سعر منخفض جدًا .

وتنجم المواد التى لا تحترق أثناء إحراق الفحم أى الرماد عن عدم نقائه ، ومعظمها يتألف من طين ورمال ناعمة الخ ، تراكمت فى المستنقعات وتخلل بعضها تشكلات المادة الخضراء . ولهذا تختلف نسبة الرماد فى أنواع الفحم من منطقة لأخرى ومن منجم لآخر فى المنطقة ذاتها وحتى من طبقة لأخرى فى المنجم نفسه . إن وجود نسبة تقدر ١٪ من الرماد فى الفحم تعادل ٧٠ كجم فى الطن الواحد ، ولا تضيع هذه النسبة سواء فى الخزن أو الاستعمال أو النقل .

وتحتوى بعض أنواع الفحم على ١٢ إلى ١٥٪ من الرماد ، وفى مثل هذه الأحوال تصبح المواد الرمادية عقبة اقتصادية جدية ، لا لأن الرمال ليس لها من قيمة حرارية بل لأنها تزيد من مشاكل التخلص من هذه الكميات الكبيرة من الرماد . وإذا ارتفعت نسبة الرماد كثيرًا فى الفحم حالت كما هو الحال فى جزيرة (رود ايلند) فى الولايات المتحدة الأمريكية دون الاستفادة منه ويصبح بذلك غير ذى نفع اقتصادى .

**الاستعمالات الرئيسية للفحم :**

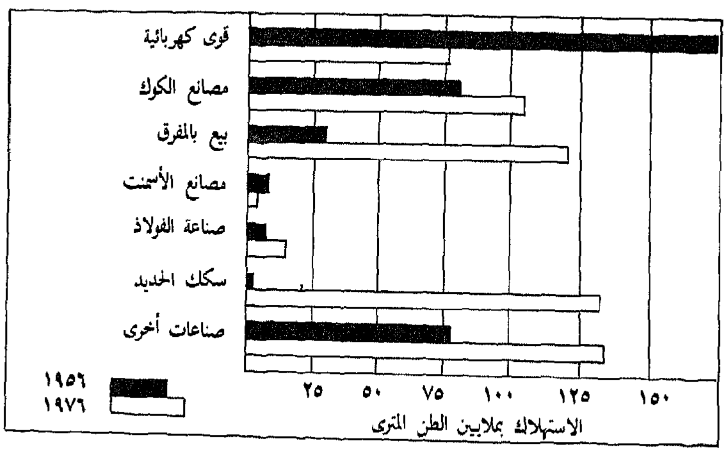
تتحدد استعمالات الفحم الحجرى المعّدن فى أية بقعة من بقاع العالم بعوامل رئيسية

عدة : هى القيمة الحرارية ، والنظافة ، ونوعية الخزن ، قابليته لصناعة الكوك والإحراق الحر ، وقدرته على التصدى لمنافسة أنواع الفحم الأخرى أو المحروقات الأخرى .

ويستعمل الفحم الحجرى فى الولايات المتحدة لتوليد الكهرباء بالدرجة الأولى ، إذ يزيد ما يستعمل منه فى هذا الغرض على ٤٥٪ من مجموع إنتاج الفحم الكلى ، كما يستعمل حوالى ٢٠٪ من هذا الإنتاج فى صناعة الكوك والصناعات المشتقة عنه by - Products .

ولقد كانت القطارات فى الولايات المتحدة قبل اليوم وسيلة نقل الفحم الحجرى من مناجمه إلى مناطق الاستهلاك ، بالإضافة إلى أنها كانت هى نفسها من أهم الآلات التى تستهلك هذا الفحم . ولكن منذ أن استبدل بقطارات البخار قطارات الديزل والكهرباء . انخفض مقدار ما تستهلكه هذه القطارات حتى وصل إلى ١ ـ ١,٥٪ من مجموع الإنتاج .

وتبلغ نسبة البيع بالمفرق غالبًا للاستعمالات المنزلية ١٧٪ من الفحم البيتومى (الدهنى) وأكثر من خمسين بالمئة من فحم الانتراسيت . ولا يوجد فى الواقع مثيل للمعلومات المعطاة عن الاستعمالات فى الولايات المتحدة فى بقية أنحاء العالم ، لأن الاستعمالات تختلف من منطقة لأخرى ومن بلد إلى آخر شكل (١٠) .




شكل (١٠)

تغير استهلاكات الفحم فى الولايات المتحدة بين عامى ١٩٥٦ـ ١٩٧٦

## ٤ ـ ٣ أنـواع الفحـم :

يعود الفضل فى تصنيف الفحم الأمريكى الذى أعتمد فى بعض مناطق العالم الأخرى إلى كل من باركر وكامبيل اللذين قاما بمهمة التحرى عن الفحم عدة سنوات لمصلحة الدراسات الجؤلوجية فى الولايات المتحدة . وعلى الرغم من اعتماد هذا التصنيف إلا أنه قد أضيف إليه من أجل توضيحه تصنيف معقد آخر أعدّته الجمعية الأمريكية لفحص المواد . (A. S. T. M.)

ولأكثر البلاد الأخرى تصنيفاتها الخاصة لذلك كانت التعابير التى تستعمل فى الولايات المتحدة لا يمكن لها دومًا أن تعتَبر مساوية للتعابير الأخرى المستعملة فى كل مكان فى العالم .

وقد بدأ كل من كامبيل وباكر مجموعتهما بفحم البيت وانهياه بفحم الجرافيت الذى يستعمل لصناعة أقلام الرصاص وبعض الاستعمالات الأخرى ، على الرغم من أن البيت والجرافيت ليسا من الفحم الحجرى فى شيء وبالمعنى المعروف للكلمة . وقد اعتمد هذان العالمان فى تصنيف أنواع الفحم من الليجنيت إلى الإنتراسيت على نسبة ما يحتوى عليه الفحم من الكربون المثبت والهيدروكاربون .

**١ ـ البيت** Peat (اللبد النباتى ـ فحم المستنقعات) : يعثر على البيت فى الوقت الحاضر فى حفر الأوحال Bogs ، خاصة فى المناطق التى تتميز بمناخها البارد ، حيث أدى التراكم البطئ لألياف النباتات المتنوعة إلى إيجاد ترسبات تختلف فى امتدادها وثخانتها . والأصل النباتى فى هذه الكتل واضح وضوح الشمس .

وتنتشر أكبر مراكز تجمع فحم البيت فى المناطق التى كان ينتشر عليها الجليد فيما مضى فى شمالى الكرة الأرضية ، خاصة فى أيرلندا واسكنديناڤيا وفنلندا والاتحاد السوفياتى وألمانيا الشمالية وشمال ووسط الولايات المتحدة وكندا .

وفحم البيت من المحروقات التى تحتاج إلى مستودعات واسعة لتخزينها كما أن شحنه إلى خارج مناطق وجوده يكلف غاليًا بسبب كبر حجمه .

وقد بذلت محاولات كثيرة لتحويل فحم البيت إلى كتل أصغر يسهل خزنها وشحنها عن طريق تحويلها إلى غبار فحمى تصنع منه قرميدات فحمية Briquetting ولكن بما أن هذه الطريقة تضيف تكاليف أخرى إلى التكاليف الأصلية لذلك كان من الصعب على القرميد المصنوع من فحم البيت منافسة القرميد المصنوع من أحسن أنواع الفحم .

٢ ـ **الليجنيت** Lignite : لليجنيت الحقيقي لون بنى وقد يكون لونه أسمر مشوب. وتتفاوت ألوان الأنواع الجيدة منه بين البنى المحروق والأسود تقريبًا. ويتميز برطوبته الكبيرة التى تشكل بصورة عامة حوالى ٤٠٪ من وزنه عندما يستخرج من مناجمه ، وكذلك تبلغ نسبة الكربون المثبت فيه حوالى ٤٠٪ من وزنه أيضًا. لذلك فهو يعتبر فحمًا ناقص التفحم. وتكون بنيته ليفية وأحيانًا لها مظهر خشبى.

وأهم العقبات التى تقوم فى وجه استغلال هذا النوع ميله إلى التفتت إلى فحم ناعم إذا شحن أو خزن. وعلى الرغم من أن القيمة الحرارية لهذا الفحم الناعم تساوى قيمة الكتل المستخرجة رأسًا من المناجم إلا أنه يحتاج إلى وقت أطول حتى يحترق ، كما أن تسويقه بعيدًا عن أماكن استخراجه أمر غير اقتصادى ويتطلب التضحية.

وتنتشر فى الولايات المتحدة رواسب واسعة من الليجنيت فى داكوتا الشمالية وشمال غرب داكوتا الجنوبية والقسم الشرقى من ولاية مونتانا ، كما يوجد فى العديد من المناطق الأخرى كسهول الخليج الساحلية من تكساس إلى الاباما ، إلا أن داكوتا الشمالية ومونتانا هما الولايتان الوحيدتان المهمتان فى إنتاجه.

ويمتلك الإتحاد السوفياتى رواسب واسعة من الليجنيت وأكثفها يقع فى منطقة كراسنويارسك فى سيبريا بالقرب من نهر الينيسى الأعلى ، كذلك توجد رواسب هامة أخرى فى أوكرانيا الوسطى ، فى حين يضم حوض موسكو فحم الليجنيت والفحم تحت الدهنى Subbituminous. وقد تم استغلال كلا الحقلين الأخيرين فى العقود الحالية وأصبحا يقدمان القدرة والمحروقات للمناطق المجاورة.

أما فى أوروبا فتنتشر طبقات كثيفة من الليجنيت فى المناطق المنخفضة من شمالى ألمانيا حيث تستغل على نطاق واسع لتوليد القدرة الكهربائية ولعدد من الأغراض الأخرى ، بما فى ذلك تصنيع الكوك الليجنيتى الملائم للاستعمال فى أفران الصهر.

ومن أهم استعمالات الليجنيت ما توصل إليه الألمان من تحويله إلى بترول تركيبى وإلى منتجات بترولية أخرى.

ويمكن للصناعات المشتقة عن عمليات تمييع الليجنيت أن تؤمن المواد اللازمة للصناعات الكيماوية ، إلا أن إمكانيات استغلال هذه المشتقات لم تصل أقصاها بعد ، إذ لا يزال يتوقع تقدم كبير على هذا الخط فى المستقبل خاصة إذا تزايدت كلفة البترول الطبيعى كما هو متوقع فى بعض المناطق أو صعب الحصول عليه فى مناطق أخرى.

٣ ـ **الفحم تحت الدهنى** Subbituminous : يدعى هذا النوع من الفحم غالبًا باللييجنيت الأسود فى الأوساط التجارية . ولكن لونه يتفاوت فى الواقع بين الأسود المعتم (الكابى) والأسود اللامع ، أما بنيته فمتكتلة .

وتتراوح نسبة الكربون المثبت فيه ما بين ٤٠ ـ ٥٠٪ ولهذا النوع من الفحم قيمة حرارية أعلى من اللييجنيت العادى ، ولكن ارتفاع نسبة ما يحتوى عليه من رطوبة نسبية والتى قد تزيد على ٢٠٪ ، تشكل عقبة جدية فى وجه تجارته ، لأن تبخر هذه الرطوبة عندما يعرض للهواء بسبب تفتته مما ينجم عنه انخفاض أسعاره .

وعندما يحرق هذا النوع من الفحم فى القطارات أو فى الأفران الأخرى Furnaces بوجود تيار هوائى قوى ، يسبب غالبًا تطاير الشرار الذى قد يصبح نارًا تهدد ما يجاورها .

ومع ذلك فلا يزال هذا النوع من الفحم يتداول فى الكثير من المناطق البعيدة عن أماكن وجود الأنواع الجيدة من الفحم التى تكون بسبب بعدها مرتفعة الثمن .

وتقع أشهر مناطق وجود هذا الفحم فى الولايات المتحدة فى السهول الكبرى ، فى المنطقة المسماة بمقاطعة شريدان فى شمالى ولاية يومنج وما يجاورها من مناطق فى مونتانا . إلا أن الإنتاج لا يزال ضئيلاً إلى حد بعيد بل إنه آخذ بالتناقص .

ويوجد هذا النوع من الفحم أيضًا فى حوض دنفر وفى عدد من الأحواض الأخرى فى منطقة الجبال الصخرية . ولكن بسبب تناقص وزنه وضعف قابلية تسويقه التى تنجم عن خزنه مدة طويلة يكون تعدين هذا الفحم بصورة عامة موسميًا خاصة فى فصلى الخريف والشتاء .

وليس ثمة ما يدل على أن تطورًا سيحدث بزيادة الإنتاج فى المستقبل القريب ولكن إنتاج هذا الفحم لابدّ وأن يزداد فى المستقبل البعيد عندما يتناقص موجود البترول الأمريكى وذلك لأنه يمكن استخدامه بسبب ما يحتوى عليه من هيدروكاربون لصناعة الغاز الطبيعى والمحروقات السائلة .

إن عظم كميات هذا الفحم الذى ينتشر فى السهول الكبرى والجبال الصخرية ، وانخفاض تكاليف استخراجه نسبيًا إذا استمر الاستغلال طوال العام بدلاً من أن يكون فصليًا وكذلك رخص تكاليف نقل المحروقات السائلة ، كلها عوامل قد تؤدى يوما إلى التوسع فى استغلال هذا الفحم بغية تحويله إلى محروقات سائلة .

إلا أنه يجب ألا نغفل إمكانية أخرى هى إمكانية تحويله إلى غاز فى مواقع الاستغلال وبذلك يسهل نقله بالأنابيب من مناطق التعدين إلى المناطق الصناعية التى تستهلكه بأرخص الأسعار الممكنة .

**٤ ــ الفحم الدهنى** Bituminous : للفحم الدهنى لون أسود بصورة عامة ، ولكن لونه هذا يتفاوت بين الأسود المعتم (الكابى) والأسود اللامع . ويحتوى هذا النوع من الفحم على رطوبة منخفضة نسبيا ، وتتراوح نسبة الفحم المثبت فيه من ٥٠ ــ ٨٠٪ من وزنه . أما المواد الطيارة Volatite فتتراوح بين ١٥ إلى ٤٠٪ . وعندما يجرى تسخين بعض أنواعه فى جفنات كبيرة Retorts تنطلق المواد الطيارة على شكل غازات وأبخرة ، أما المواد القطرانية Tarr فيمكن أن تصرف على شكل سوائل .

وتستعمل هذه السوائل عادة لصناعة بعض المنتجات الكيماوية التى لا يحصى عددها والتى تتفاوت بين مواد نصف أولية إلى منتجات منتهية كالأدوية والأصبغة والروائح العطرية (انظر شكل ١١) .

وبما أن الفحم الدهنى يتفتت ببطء أكبر من أنواع الفحم الدنيا إذا ما تعرض للهواء لذلك يمكن خزنه لمدة أطول .

وتقع أهم مناطق إنتاجه فى الولايات المتحدة الأمريكية فى هضاب الأبلاش التى تمتد من غرب بنسلفانيا وشرقى الأوهايو حتى ألاباما ، وكذلك فى سهول إنديانا الداخلية وإيللنوا وكانتوكى الغربية وفى أيوا والميسورى وكانساس وأوكلاهوما .

## دور الكـوك فى الصنـاعـة :

الكوك نتاج مشتق من الفحم الدهنى ، وهو أساسى لإذابة خامات الحديد ، لأنه يتحمل بسبب بنيته الصلدة ثقل خامات الحديد فى أفران الصهر العالية التى تكوم فوقه دون أن يسحق . ويستعمل الكوك أيضًا كعامل مرجع أو مختزل ، إذ يمتص الأكسجين من المادة الخام وبذلك يساعد على تحرير الحديد من أكاسيده .

إن احتراق الكوك يبقى الحديد المحرر سائلا ، وبذلك يمكن تصريفه Drain باتجاه قعر أفران الصهر ثم يخرج من الفرن على شكل حديد صب Pig - iron .

وتستعمل فى صناعة الكوك غالبًا أنواع الفحوم الممتازة التى هى دون الإنتراسيت فى

رتبتها ، وتتم هذه الصناعة بإحراق الفحم أو تسخينه فى جفنات كبيرة [1] retorts يدفع إليها كمية معينة من الهواء تقل عن الكمية المطلوبة للاحتراق التام .

وكان معظم الكوك يصنع فى أوائل هذا القرن فى الولايات المتحدة فى أفران تشبه خلايا النحل ، وكانت الغازات التى تنجم عن هذه العملية تذهب هدرا .

أما اليوم فيصنع أكثر من ٩٨٪ من الكوك فى الولايات المتحدة بأفران خاصة (Slot - typefurnace ) أو فى جفنات المنتجات الثانوية by - products retorts المصنوعة من الكوك نفسه . وتحفظ هذه الطريقة الجديدة جميع المنتجات الثانوية والغازات المنطلقة والمنتجات الكيماوية الأخرى .

ولا تصلح جميع أنواع الفحم الدهنى الممتاز لصناعة الكوك ، لذلك يمزج عادة بين نوعين أو أكثر منه . أما إذا استعمل نوع واحد دون مزج فيكون عادة من الفحم نصف الدهنى ذى الرتبة الدنيا . ولا يمكن التنبؤ فى مثل هذه الحالة بقابلية تحوله إلى كوك ، إذ أن هذه القابلية تتحدد بالتجريب وبصورة عملية .

إن احتياطى هذا النوع من الفحم قليل على العموم فى الولايات المتحدة ، لذلك يستعمل لصناعة الكوك بصورة عامة مزيج مؤلف من الفحم نصف الدهنى ذى الرتبة العليا (من ١٥ ـ ٣٠٪) ومن الفحم الدهنى ذى الرتبة العالية أيضًا . ولهذا يعتبر الفحم نصف الدهنى ذى الرتبة العليا مادة حساسة وأساسية تتعثر دونها صناعه الكوك .

ويوجد أكبر احتياطى هذا النوع فى ولايات فرجينيا الغربية وبنسلفانيا وأركنساس إلا أن مجموعه لا يتجاوز ١٪ من احتياطى الفحم بأنواعه فى الولايات المتحدة . وتوجد أنواع الفحم الملائمة لصناعة الكوك بكميات محدودة أيضًا فى بعض المناطق الغربية كمنطقة راتون ميزا فى كولورادو والمكسيك الجديدة وفى حقول سانى سايد فى أوتاوه وفى كاربون ديل وما يجاورها فى منطقة كولورادو .

وإن الحاجة إلى أنواع الفحم لصناعة الكوك اللازمة لصهر خام الحديد ، قد أدّت إلى أن تستقطب المناطق التى تتمكن من صناعته بكميات كبيرة وبأسعار رخيصة الصناعات التى تعتمد عليه كصناعة الحديد والفولاذ .

---

(١) وعاء مخروطى الشكل يشبه فنجان القهوة العربية .

وتحتل بنسلفانيا المركز الأول فى صناعة الكوك ، يتبعها أوهايو وإنديانا وألاباما وميتشجان ونيويورك . ولم تعد صناعة الحديد والفولاذ مرتبطة كالماضى بصناعة الكوك ، ومع ذلك لا يزال توزعها الجغرافى فى أكثر أنحاء العالم بعكس اعتماد هذه الصناعة المبكر على مراكز صنع الكوك .

ويمزج عادة بين أنواع عديدة من الفحم الدهنى فى مناطق أخرى من العالم لتحقيق قابلية تحول الفحم إلى كوك إذا كان الفحم الصالح لهذه الصناعة قليلاً ونادرًا أوكانت أثمانه مرتفعة .

إلا أن التطور الكبير الذى حصل فى هذا المضمار كان اختراع طريقة جديدة تدعى بطريقة بلكنروث ـ راملر Bilkenroth - Rammler للحصول على نوع من فحم الكوك الكبير القساوة الذى يحتوى على ٨٦٪ من الكربون من الفحم البنى أو الليجنيت .

وتستعمل هذه الطريقة اليوم فى أحواض الليجنيت قرب مدينة كوتبوس Kottbus فى ألمانيا الشرقية ، ومن المحقق أن تستعمل فى أنحاء أخرى من العالم حيث يندر الفحم الصالح لصناعة الكوك ويتوفر الليجنيت بكميات كبيرة .

وقد أخذ اعتماد صناعة الفولاذ على الكوك بالتناقص وسيزداد هذا التناقص أكثر من الآن عندما تطوّر وتحسّن طرق الاختزال المباشر Direct reduction processes .

**٥ ـ الفحم نصف الدهنى** Semibituminous : على الرغم مما قد يوحى به هذا الإسم من أن هذا النوع من الفحم أدنى رتبة من الفحم الدهنى ، إلا أن الحقيقة هى على العكس تمامًا من ذلك ، لأن هذه التسمية تدل فى الحقيقة على فحم أجود من الفحم الدهنى العادى . وقد نبذت هذه التسمية أخيرًا لدى مصنفى أنواع الفحم الحجرى واستعيض عنها باسم الفحم الدهنى ذى المواد الطيارة المنخفضة .

ولون هذا الفحم أسود غامق ويكون عادة ذا بريق مرتفع Luster ويحتوى على أكثر من ٧٨٪ من الفحم المثبت Fixed Carbon لذلك فهو يحترق دون أن يطلق دخانًا كثيرًا ولهذا السبب يعرّف هذا النوع من الفحم فى الأسواق بالفحم العديم الدخان ، وهو يصلح كثيرًا لتوليد البخار بسبب ضآلة رطوبته من جهة ولارتفاع قيمته الحرارية heat value وكذلك لاستعمالات المصانع التى تتطلب أعمالها درجات حرارة عالية ، كما أنه ذو أهمية خاصة لصناعة الكوك كما سبق أن بينا .

ويعثر على هذا النوع من الفحم غالبًا فى المناطق التى أصيبت صخورها بالطى folded ، والتى تعرض فيها الفحم إلى ضغط شديد أكبر من ذلك الذى تعرضت له بقية أنواع الفحم فى الطبقات شبه الأفقية .

وتتبدى مثل هذه الشروط فى القسم الشرقى من حوض الأبلاش فى ولاية بنسلفانيا والماريلاند وفرجينيا وغربى فرجينيا وكذلك فى نهاية الطرف الجنوبى من أحواض ولايتى أركنساس وأوكلاهوما فى الولايات المتحدة .

٦ ـ **فحم نصف الإنتراسيت** Semianthracite : يختلف هذا الفحم عن الفحم لصف الدهنى بإحتوائه على نسبة أكبر من الفحم المثبت إذ يضم ما بين ٨٣ ـ ٩٣٪ منه ، كما أنه يتميز عنه بانخفاض نسبة المواد الطيارة فيه ، وهو يختلف عن إلانتراسيت الحقيقى بكونه أكثر قابلية للتفتت friable إلى ذرات صغيرة إذا نقل من مكان إلى آخر .

وتوجد أهم مراكز إنتاجه بالقرب من برنيس فى ولاية بنسلفانيا وعلى طول أطراف جبال وبشيتا Ouachata فى ولاية أركنساس وأوكلاهوما .

٧ ـ **الفحم القاسى أو إلانتراسيت** : يتميز هذا النوع من الفحم بصلابته وكثافته ، وهو خال نسبيًا من المركبات الحديدية والرطوبة . وقد تصل نسبة الفحم المثبت فيه إلى أكثر من ٩٥٪ ، ويكون لونه أسودا فاحمًا وذراته شديدة التماسك ، أما نسيجه فناعم ، ولهذا يعطى مكسرًا ناعمًا جدًا عندما يكسر يكاد يماثل فى نعومته التلميع أو الجلى Polish . كما أنه يمتاز عن فحم نصف إلانتراسيت بصلابته الكبيرة ، وهى صفة جد مرغوب فيها لأنها تسمح بتحضيره بأحجام وأشكال مختلفة حسب الحاجة .

وبما أنه لا ينجم عن خزنه أى ضياع فعلى ، وليس ثمة من خطر من احتراقه ذاتيًا Spontaneous conbustion ، لذلك فقد اعتاد المستهلكون شراءه وخزنه فى أيام الصيف . وهذا ولا شك عامل هام فى تسهيل إنتاج محصول شهرى ثابت منه على النقيض من التأرجحات الحادة التى نلقاها فى إنتاج مناجم الفحم الدهنى .

وعندما يحترق فحم الإنتراسيت فإنه يعطى لهب أزرق قصير ودون دخان عمليًا . أما ناره فثابتة إلى حد كبير ويمكن تنظيمها بحيث تعطى الحرارة المطلوبة ـ كبيرة أو صغيرة ـ حسب ما تتطلبه الظروف .

وتجعل جميع هذه الخصائص فحم الإنتراسيت أكبر أنواع الفحم شهرة لتدفئة المنازل والمبانى الكبيرة . وأشهر رواسب الإنتراسيت فى الولايات المتحدة توجد فى شرق ولاية بنسلفانيا .

## ٥ ـ ٣ إنتـاج الفحـم وتوزعـه فى العالـم

**١ ـ فى الولايات المتحدة** : تتوزع أحواض الفحم فى الولايات المتحدة الأمريكية على ست مناطق رئيسية هى : الشرق والداخل وشاطئ الخليج ، شمالى السهول الكبرى والجبال الصخرية وشاطئ المحيط الهادى . وينتشر فى كل منطقة من هذه المناطق عدد من الأحواض الصغيرة تتفاوت فى اتساعها .

**( ا ) المنطقـة الشـرقيـة :**

إحتلت هذه المنطقة منذ القديم المرتبة الأولى فى إنتاج فحم الإنتراسيت والفحم الدهنى وهى تضم أربع ولايات من أصل الولايات الخمس التى تنتج معظم إنتاج الولايات المتحدة من الفحم ، وهى بنسلفانيا وفرجينيا الغربية وكانتوكى وأوهايو . ويمكن لنا أن نميز فيها إقليمين رئيسيين : إقليم فحم الإنتراسيت فى بنسلفانيا ، وأحواض الفحم الدهنى فى الابلاش .

ويعتبر إقليم بنسلفانيا لعدة أسباب منطقة الإنتاج الوحيدة لما يسمى بالفحم القاسى . ومعظم الإنتاج يأتى من سكويكل Sckuykill ولوزرن حيث تقوم مدن بوتس فيل وهازلتون وويلكزبار . وتستخرج كميات قليلة أيضًا من مقاطعة نورثمبرلاند Northumberland إلى الشمال الغربى من بوتس فيل وفى مقاطعة لاكاوانا Lackawanna .

وتختلف الشروط التى يوجد عليها فحم الإنتراسيت اختلافا كبيرًا عن تلك التى تظهر فى مناطق إنتاج الفحم الدهنى . فالطبقات فى منطقة الإنتراسيت مصابة بالطى Folded الشديد عموما حتى أنها تكون مجزأة فى مواقعها ، فى حين تتميز طبقات الفحم فى مواقع الفحم الدهنى بتسطحها أو بإصابتها بانحناءات طفيفة ومستمرة . وقد نجم الطى فى طبقات الإنتراسيت عن ضغط جانبى هائل أدى إلى استحالة فحم البيت إلى إنتراسيت .

وفى حين أنه نتج عن هذه التغيرات محروقات ممتازة النوعية مرغوبة ، فقد سبب الطى الشديد وجود شروط استثمار صعبة جدًا . فالمنحدرات الشديدة التى تسود فى المناجم وفى

المواقع الأخرى . وتضعضع تطبق الطبقات مع سيادة الطبقات الرقيقة بالإضافة إلى الإنتاج الضئيل بالنسبة للفرد الواحد الناجم عن هذه الشروط كلها ، أدّت بالضرورة إلى ارتفاع تكلفة إنتاج الطن الواحد من الفحم .

ويمكن لنا أن نتبين أثر هذه الشروط إذا عرضنا إلى المثال التالى : بلغ إنتاج الرجل الواحد فى مناجم الفحم الدهنى العميقة فى اليوم فى الولايات المتحدة ١١ طناً من الفحم . وتعود أسباب ارتفاع الإنتاج فى هذه المناجم إلى عاملين هامين ، أولهما وضع طبقات الفحم شبه الأفقى واستمرارها وإنتاجها وسهولة الوصول إليها . وثانيهما إنتشار المكينة mechanization على نطاق واسع فى هذه المناجم .

أما فى حقول الإنتراسيت فإن ميل tilted الطبقات وعدم استمرارها يجعلها أقل ملاءمة للمكينة ولذلك كان إنتاج الرجل الواحد يومياً بالكاد يصل إلى النصف (٤,٨ طن) . وانخفاض إنتاج الرجل الواحد يومياً مسؤول إلى حد كبير عن ارتفاع أسعار الإنتراسيت بالقياس إلى أسعار الفحم الدهنى . ومع أن استغلال الفحم بطريقة المناجم المكشوفة قد ازداد خلال السنوات الحالية حتى وصل إلى أكثر من ثلث الإنتاج الكلى ، إلا أنه يبدو أن ليس لهذا الأمر من تأثير كبير على الأسعار .

ولا يستطيع فحم الإنتراسيت على العموم منافسة الفحم الدهنى فى مجال توليد البخار ولكن عدم ملاءمته الاقتصادية تزول بالنسبة للتدفئة المكانية Space - heating نتيجة مقاومته ونظافته وسهولة تنظيم الحرارة الناجمة عنه ، وعلى الرغم مما تقدم لازالت كميات لا بأس بها من هذا الفحم تستعمل لتوليد الكهرباء .

وقد انخفض إنتاجه فى الولايات المتحدة من حوالى ١٠٠ مليون طن عام ١٩١٧م إلى حوالى ٢٠ مليون طن فى السنوات الأخيرة بسبب الاستعاضة عنه بأنواع الفحم الأخرى نظرًا لتكلفته المرتفعة . ويصدّر من مجموع هذا الإنتاج حوالى العشر إلى خارج البلاد وبصورة خاصة إلى كندا ، أما الباقى فيستهلك فى كل من بنسلفانيا ونيويورك ونيوجرسى .

وينقل بعض هذا الفحم بواسطة السكك الحديدية والمجارى المائية إلى البحيرات الكبرى وبالسكة الحديد إلى إنكلترا الجديدة . ولقد كان من نتائج انخفاض الإنتاج أن انخفض عدد العاملين فى استخراج هذا الفحم من (١٨٠) ألف رجل كانوا يعملون فى المتوسط ٢٤٥ يومًا فى السنة عام ١٩١٤م إلى (١٥) ألف رجل يعملون ١٧٦ يومًا فى السنة عام ١٩٧٨م . وبهذا تحولت منطقة إنتاج الإنتراسيت إلى منطقة تشكو البطالة المزمنة

وما يصاحبها من مشاكل جمة . وقد حاولت هذه المنطقة كثيرًا اجتذاب مختلف الصناعات إليها لتعوّض تناقص العمل فى حقول الإنتراسيت .

وتدين المنطقة الشرقية عموما فى اقتصادياتها المتقدمة ولا شك إلى انتشار أحواض الفحم الدهنى فى الأبلاش وإلى نوعية هذا الفحم الممتازة وكذلك إلى سهولة الحصول عليه . وتعتبر هذه الأحواض من وجهة النظر الصناعية أكبر مراكز الاستغلال فى العالم . وهى تمتد من شمال غربى بنسلفانيا باتجاه الجنوب شاملة جميع الهضبة الأبلاشية حتى شمال ألاباما . وللفحم المستخرج من هذه الأحواض قيمة حرارية مرتفعة يحتفظ بها حتى أثناء الخزن ، بالإضافة إلى أن بعضه يلائم صناعة الكوك ملاءمة كبيرة .

وتقوم مناجم هذا الإقليم بتوفير المحروقات اللازمة للصناعة فى جميع أنحاء المنطقة الشرقية من الولايات المتحدة ، كما أن لفحم هذا الإقليم أهمية كبيرة فى صناعة الغاز وكذلك فى توليد القدرة الكهربائية وفى أغراض التدفئة الأخرى .

وتساعد شروط البنيوية Structural فى حوض الأبلاش على استخراج الفحم بأقل تكلفة ممكنة . فالطبقات التى قد يشار إليها كعروق هى على العموم مسطحة أو مصابة بانحناءات طفيفة وتستمر على منطقة واسعة نسبيًا دون أن يظهر أى تبدل بارز فى سمكها أو نوعيتها . وتتداخل عروق الفحم هنا بين الصخور الصفاحية والصخور الكلسية التى تؤمن أراض ممتازة وسقوفا مأمونة نسبيًا وهى أوضاع لابد منها لاستغلال الفحم الحجرى فى باطن الأرض .

ولقد قامت مجارى مائية عديدة كبيرة وصغيرة بقطع أوديتها الضيقة والعميقة فى هذه المنطقة مما ساعد على ظهور طبقات الفحم الدهنى فى بعض البقاع على سطح الأرض وعلى أطراف هذه الأودية . وقد سهّل هذا الوضع استغلال طبقات الفحم التى كشفها الحت، بواسطة المعابر والأنفاق فوق مستوى الماء الأرضى وأدّى إلى جعل مشاكل تصريف مياه المناجم عملية سهلة نسبيًا ، كما أنه ساعد على نقل الفحم من مناجمه رأسًا إلى السكك الحديدية التى أقيمت بسهولة على امتداد هذه الأودية شكل (١) .

وقد شجعت هذه الشروط مضافا إليها الطلب من قِبَل الأسواق المجاورة لهذا الفحم على قيام استثمارات كبيرة كانت ضرورية للحصول على إنتاج مأمون وكاف . ونتيجة لما تقدم فقد تمت مكينة معظم المناجم العاملة فى منطقة الأبلاش مما ساعد على زيادة انتاج الفرد فى

ساعة العمل لواحدة ، وكذلك زيادة الأمن أثناء العمل وبالتالى زيادة دخل الفرد الواحد .

وتظهر أهمية هذه الشروط التعدينية الممتازة بوضوح فى معدل إنتاج الفرد الواحد يوميًا عام ١٩٧٨ فى جميع مناجم الفحم الدهنى العميقة فى الولايات المتحدة ، إذا بلغ هذا المعدل حوالى ١٠ أطنان يوميًا فى حين أنه تراوح بين ٢١.٧ طن يوميًا بالنسبة للفرد العامل فى كل من المملكة المتحدة وفرنسا وألمانيا الغربية وبولندا وهولندا والإتحاد السوفياتى وذلك لأن الشروط الطبيعية فى معظم مناجم الفحم الأوربية أقل ملاءمة لإنتاج الفرد اليومى ، على الرغم من كل الوسائل الميكانيكية المستعملة أو التى قد يمكن أن تستعمل من الشروط المتوفرة فى مناجم الفحم الأمريكية ، إذ أن معظم عروق الفحم فى المناجم الأوروبية كثيرة التصدع Faulted والإنحناء .

ومن أهم التطورات التى حدثت فى استغلال الفحم خلال العقود الأخيرة كان زيادة استغلال المناجم المكشوفة . وذلك لسهولة إزالة طبقات الصخور والغضار والصفاح التى توجد فوق طبقات الفحم بواسطة التراكتورات ذات لريش propelled والجرافات shovels التى تعمل بالكهرباء والديزل وحبال الجر ، ووفرت بذلك نفقات حفر الأنفاق والآبار العمودية والتخشيب اللازم لاستغلال المناجم فى باطن الأرض . وإن التكلفة الوسيطة للفحم المستغل بهذه الطريقة فى مناطق استخراجه هى أدنى من تكلفة الفحم المستغل فى مناجم باطن الأرض بحوالى الثلث . كما أن إنتاج العامل فى اليوم هو ضعف الإنتاج الذى يقدمه عامل يعمل فى مناجم باطن الأرض ، أى أن إنتاج العامل يصل إلى حوالى ٢٣ طنًا فى اليوم . ولا عجب فى أن يزداد استغلال المناجم المكشوفة إلى هذا الحد إذا عرفنا شدة منافسة المحروقات الأخرى للفحم وتزايد هذه المنافسة ، كالزيوت وزيوت المحروقات والبنزين والغاز الطبيعى .

ففى عام ١٩٣٠م كان مجموع إنتاج الولايات المتحدة من الفحم الدهنى والليجنيت يبلغ ٤٦٨ مليون طن ، وكانت المناجم المكشوفة تقدم حوالى ٢٠ مليون طن من هذا المجموع أما فى عام ١٩٧٨م فقد بلغ مجموع الإنتاج ٥٤٥ مليونا ، منها ١٢٣ مليونا أستغلت بالطريقة المنوّه عنها .

ويشكل الفحم المستغل بهذه الطريقة سبعة أعشار إنتاج كل من ولايتى أوهايو وإنديانا وحوالى نصف إنتاج ولاية اللينوا . بينما نجد أن أقل من ثلث الإنتاج يسير وفق هذه الطريقة فى بنسلفانيا وأقل من العشر فى فرجينيا الغربية وفرجينيا . أما فى أيوا وكانساس والميسور

وأوكلاهوما ويومنج فترتفع النسبة حتى تتراوح بين ٨٠ ـ ١٠٠٪ من مجموع إنتاج هذه الولايات من الفحم ، كما يستغل الليجنيت كله تقريبًا بطريقة المناجم المكشوفة . وقد أضحى الاستغلال بهذه الطريقة ممكنًا بعد استخدام الآلات الضخمة التى تستطيع جرف كميات كبيرة من الصخور التى تغطى طبقات الفحم ، حتى أن بعضها يستطيع جرف أكثر من مترين مكعبين فى المرة الواحدة .

وعلى الرغم مما تقدم فإن لهذه الطريقة حدًا اقتصاديا أعلى ينجم عن أن كميات الفحم التى يمكن إنتاجها بهذه الطريقة لها حد أيضًا ، فحيث يكون الغطاء الصخرى الذى يغطى طبقات الفحم ذا سمك قليل ويتصف بالاستواء (التسطح) يمكن استغلال مساحات واسعة بهذه الطريقة بنجاح ، فى حين تقل إمكانية استغلال الفحم بنفس الطريقة فى مناطق الأودية التى تغيب فيها عروق الفحم ، وكذلك حيث يكثف الغطاء الصخرى بعيدًا عن الوادى ، لذلك يجرى استغلال الفحم فقط وفق منحنيات التسوية .

ويعتمد عرض المنطقة التى تستغل بطريقة المناجم المكشوفة على نسبة ازدياد انحدار سمك الغطاء الصخرى المشرف على الوادى وتزداد إمكانية الاستغلال إذا كان الانحدار يشكل زاوية قائمة ، كما يعتمد على استطاعة التجهيزات المستعملة .

وتترك طريقة الاستغلال المكشوف عادة أضرارا بشعة فى معالم الأرض ، لذلك فقد استصدرت أكثر الولايات تشريعات داخلية أجبرت بموجبها العاملين فى هذه المناجم على إتخاذ الاحتياطات اللازمة حيال ما قد يترتب من نتائج غير مرغوب بها (كانزلاق الطبقات الصخرية وتهديم الجسور أو المعابر ...) .

ومن العوامل ذات الأهمية الكبيرة على تشجيع صناعة الفحم شرقى نهر المسيسبى وجود خطوط الملاحة المائية فى البحيرات الكبرى التى وفرت طريقة رخيصة لنقل شحنات الفحم الكبيرة إلى أسواق الاستهلاك فى شمالى الولايات المتحدة الأمريكية والمناطق المجاورة لها فى كندا . وبهذه الوسيلة أمكن وصول الفحم من حقول الأبلاش وحتى من القسم الداخلى الشرقى إلى الأسواق الشمالية . وينقل اليوم بهذه الخطوط كميات تصل سنويا إلى عشر ما تنتجه المنطقة الشرقية من فحم .

ولقد ساعد الفحم الدهنى الذى ينتشر فى المنطقة الشرقية منذ عقود عدة على قيام الصناعات وتطورها فى هذه المنطقة . فصناعة إذابة المعادن وبصورة خاصة صناعة الحديد والفولاذ تعتمد اعتمادًا كبيرًا على فحم الكوك الممتاز الذى يستخرج من هذه المنطقة .

بالإضافة إلى أن الصناعات التصنيعية حصلت على الفحم اللازم لتوليد البخار بأسعار منخفضة .

وعلى الرغم من أن الفحم قد تعرض إلى منافسة شديدة من البترول والغاز الطبيعى الذى أمكن الحصول عليهما من منابعهما البعيدة فلازال الطلب على الفحم مستمرًا بسبب تزايد الحاجة إلى الطاقة الحرارية . ولكن بقاء البترول والغاز الطبيعى ـ الذى يتوقع استمراره بضعة عقود أخرى ـ أمر مشكوك فيه على المدى البعيد ، لذلك فمن المتوقع أن يضطر الناس إلى اللجوء مرة أخرى وعلى نطاق واسع إلى استغلال احتياطى الفحم الكبير بعد أن ينفذ البترول والغاز ، هذا الاحتياطى الذى يكفى للاستهلاك عدة قرون أخرى دون أن يخشى نفاذه .

**(ب) المنطقة الداخلية :**

تشمل المنطقة الداخلية على أحواض الفحم الأربعة التالية :

١ ـ الحوض الداخلى الشرقى فى إنديانا ـ ايللنوا وغربى كانتوكى .

٢ ـ الحوض الداخلى الغربى ويضم كل من أيوا وميسورى وكانساس وأوكلاهوما وأركنساس .

٣ ـ الحوض الداخلى الشمالى أو حوض ميتشجان .

٤ ـ الحوض الداخلى الجنوبى الغربى أو حوض تكساس .

وللحوضين الأولين أهمية تجارية كبيرة ، أما الأخيرين فليس لهما ثمة أهمية فى الوقت الحاضر ، إذ أن الحوض الجنوبى الغربى لم يكد يمس تقريبًا ، كما أن فحم ميتشيجان يحتوى على نسبة كبيرة من الكبريت لذلك فهو لا يصلح للاستعمال فى الأفران العالية للحصول على الحديد اللين أو الفولاذ كما أن عروقه المنعزلة الرقيقة تضيق وتضمحل على مسافة بسيطة من مكان استغلاله ، وقد استخرج من هذا الحوض فيما مضى ما يعادل الـ ٥٠ مليون طن إلا أنه لم يعد لهذا الحوض أى نشاط اليوم .

ويدين فحم الحوض الداخلى الشرقى بأهميته الاقتصادية بصورة خاصة إلى حاجة الصناعة إليه ، ويضاف إلى ذلك عظم الكثافة السكانية وقسوة المناخ خلال أشهر الشتاء اللذين يزيدان من الطلب على هذا الفحم لاستعماله فى أغراض التدفئة بأنواعها .

ويجد الفحم المستخرج من إنديانا وايللنوا وغربى كانتوكى أسواقًا ممتازة فى هذه الولايات

والولايات المجاورة لها . وينتشر الفحم فى سائر المنطقة على شكل طبقات أفقية يمكن الوصول إليها بسهولة عن طريق حفر آبار بسيطة العمق وكذلك بواسطة المناجم المكشوفة . وقد أصبحت ولاية ايللنوا التى تشتهر بكثرة مناجمها وبرخص عمليات التعدين فيها وجودة فحمها وسهولة إيصال هذا الفحم إلى الأسواق الهامة ـ وبصورة خاصة إلى منطقتى شيكاغو وسان لويس الصناعيتين ـ إحدى الولايات الأربعة المشهورة فى إنتاجها للفحم .

أما فحم الحوض الداخلى الغربى فيتميز بقيمته الحرارية العالية وبتنوعه من فحم دهنى إلى إنتراسيت . وقد سببت الصدوع التى أصابت أطراف جبال وبشيتا فى أركنساس وأوكلاهوما تحوّل الفحم الموجود هناك إلى أجود أنواع الفحم من حيث ارتفاع نسبة التفحم فيه .

ويتألف معظم الاحتياطى فى هاتين الولايتين من الفحم الدهنى الممتاز ، بالإضافة إلى وجود بعض أحواض فحم نصف الإنتراسيت فى أركنساس ، وطبقات من الفحم النصف الدهنى ذى الرتبة المنخفضة . وتعتبر أوكلاهوما أهم هاتين الولايتين من حيث كميات الإنتاج .

أما فى بقية أنحاء الحوض الغربى فلا نجد إلا الفحم الدهنى ، ومع ذلك فإن بعضه يعتبر من أحسن أنواع الفحوم فى الولايات المتحدة . وإن رخص تكاليف استغلاله تجعله مفضلا للاستعمالات الصناعية ولتوليد القدرة الكهربائية .

وتحتل ميسورى الدرجة الأولى فى إنتاج الفحم الدهنى فى هذه المنطقة تليها أيوا وكانساس . وعلى الرغم من أن عدد المناجم المكشوفة هنا لا يزيد إلا قليلا عن المناجم المستغلة بطريقة الآبار ، نجد أن إنتاج تلك المناجم يزيد ٤ أو ٥ مرات على إنتاج مناجم الآبار ، ومع أن كافة الشروط فى معظم أنحاء هذا الحوض تساعد على الاستغلال الرخيص فى المناجم المكشوفة . إلا أن الإنتاج قد أخذ ينخفض فى جميع الولايات التى تستغل هذا الفحم ، فقد تناقص الإنتاج من ٣٠م طن فى السنة فى فترة الحرب العالمية الأولى إلى حوالى ٦م طن عام ١٩٦٠م وذلك لأن مجموع الحوض تقريبًا يقع فى منطقة تشتد فيها منافسة البترول والغاز الطبيعى للفحم الحجرى .

(جـ) منطقة الخليج الساحلية :

تمتد هذه المنطقة من تكساس إلى ألاباما ولا يوجد فيها إلا فحم الليجنيت . وقد منع

تدنى نوعية هذا الفحم وصعوبة شروط الاستغلال ومنافسة البترول والغاز له حتى الآن استغلاله بشكل كثيف . إلا أنه يمكن اعتبار هذا الحوض الفحمى كحوض احتياطى قد يستغل فى المستقبل إذ اشتدت الحاجة إلى المحروقات .

**( د ) منطقة السهول الشمالية الكبرى والجبال الصخرية :**

تضم هذه المنطقة احتياطيًا كبيرًا من الفحم غير المستغل الذى تتفاوت أصنافه بين الليجنيت والفحم الدهنى ذى الرتبة الممتازة والذى قد تتناثر بينه بعض المناجم من نوع الإنتراسيت .

وقد كان سبب استغلال مناجم هذه المنطقة فيما مضى الحاجة إلى الفحم لاستعماله كوقود لقطارات السكك الحديدية التى تعبر المنطقة وفى أفران الصهر والتدفئة المنزلية ، إلا أن الاستعمال الرئيسى كان ينصب على استعمال هذا الفحم كوقود للقطارات وللتدفئة ، وذلك لأن صناعة صهر المعادن وإذابتها على الرغم من رخص التكاليف النسبية التى تتكلفها بسبب توفر المعادن والفحم المتجاورين لم تنشط كما نشطت فى المنطقة الشرقية بسبب تبعثر السكان فى هذه المناطق الواسعة ، كما أن استغلال الفحم للتصدير الداخلى كان شبه مستحيل لتكاليف النقل الكبيرة التى تضاف إلى أسعاره لبعد مناجمه عن الأسواق المستهلكة فى بقية أنحاء الولايات المتحدة .

وقد انخفض إنتاج الفحم فى هذه المنطقة أيضًا من ٤٠ مليون طن فى السنة إلى حوالى ١٢ مليون طن بسبب توقف القطارات شبه التام عن استعمال الفحم وكذلك بسبب تزايد منافسة البترول والغاز لهذه المادة .

وقد سبق أن ذكرنا أن أنواع الفحم التى تصلح لصناعة الكوك تنتشر فى كل من أوتاوه وكولورادو وفى حقل راتون ميزا Raton Meza على تخوم نيومكسيكو وكولورادو .

وتستحيل زيادة الاستغلال التجارى فى هذه المنطقة بسبب توفر البترول الرخيص وكذلك الغاز الطبيعى الذى يستعمل فى معظم الأغراض الصناعية . إلا أن احتياطى الفحم الضخم الذى يكمن فى أحواض هذه المنطقة يؤكد أن البلاد الأمريكية ليس لها أن تخشى من نقص المحروقات فى القرون المقبلة .

(هـ) **منطقة ساحل المحيط الهادى :**

تضم هذه المنطقة مساحات ذات أهمية ضئيلة فى كل من كاليفورنيا وواشنطن والأوريجون . وأحواض هذه المنطقة صغيرة على العموم ، على الرغم من وجود بعض الفحم الدهنى فى ولايتى واشنطن والأوريجون وحتى بعض الإنتراسيت فى ولاية واشنطن إلا أن معظم فحمها هو من الفحم تحت الدهنى .

ويلقى الاستغلال هنا منافسة شديدة من بترول كاليفورنيا وكندا الذى يتوفر بأسعار رخيصة بسبب قربه من مراكز الاستهلاك ، وكذلك من الكهرباء المولدة من المياه التى تطور استغلالها تطورًا كبيرًا . أما الاستهلاك المنزلى فضئيل بسبب اعتدال أيام الشتاء التى تعتبر من مميزات هذه المنطقة الساحلية .

وتقع أهم مراكز الإنتاج فى واشنطون التى تعتبر المركز الوحيد للإنتاج . وهنا أيضًا إنخفض الإنتاج من أربعة ملايين طن فى السنة وهو أقصى ما عرف فى عام ١٩١٨م إلى حوالى خمس مليون طن فى الوقت الحاضر ولكن يبدو أن الفحم سيكون المنبع الأساسى لزيادة كمية القدرة فى المستقبل إذا ما تعرضت المنطقة فى يوم من الأيام إلى نقص القدرة المتوفرة حاليًا بسبب ازدياد النمو الصناعى المتوقع .

## الأهمية الجغرافية لتوزع الفحم فى الولايات المتحدة

تنفرد الولايات المتحدة الأمريكية من بين جميع بلاد نصف الكرة الغربى بأنها ذات احتياطى كبير من الفحم وخاصة فى أجزائها الداخلية وهو احتياطى جاهز للاستغلال إذا دعت الحاجة إليه .

ومن بين الآثار الاقتصادية العديدة الناجمة عن توزع حقول الفحم نجد ثلاثة بارزة منها تستحق النظر .

**الأول** : أن حقول الفحم فى القسم الشرقى من الولايات المتحدة لا تبعد أكثر من ٢٥٠ كيلو مترًا تقريبًا عن المرافئ البحرية . إلا أن النقل بواسطة سكة الحديد عبر المناطق الجبلية المصدعة من المناجم إلى المرافئ البحرية يزيد أسعار الفحم بصورة واضحة فى هذه المرافئ . ويعوق هذا العامل توسع التجارة بسبب منافسة الإنتاج الأوروبى الذى يستغل بالقرب من مستوى الماء أو بالقرب من الأنهار الصالحة للملاحة .

وهذا مما يجعل تكلفة النقل البرى قليلة جدًا . إلا أن ما يساعد على استمرار الاستغلال فى الولايات المتحدة رغم بعد المناجم عن مرافئ التصدير سهولة ورخص تكاليف استغلال الفحم إلى حد ما فى حقول المنطقة الأبلاشية .

**والثانى** :أن إنتشار الفحم فى المنطقة الداخلية كان يؤمن قبل انتشار القاطرات التى تعمل على الديزل . القدرة الضرورية اللازمة لامتداد وإنتشار أعمال النقل بالسكة الحديدية وكذلك تعمير المناطق الداخلية بسرعة وهذه أحوال لم تجربها قارة أخرى ، فانتشار مراكز تموين القطارات بالفحم على طول المحطات التى كانت تمر بها قطارات عبر القارة سهّلت انتشار النقل بالسكة الحديدية وكذلك نقل الصناعات والمحاصيل بأرخص التكاليف الممكنة .

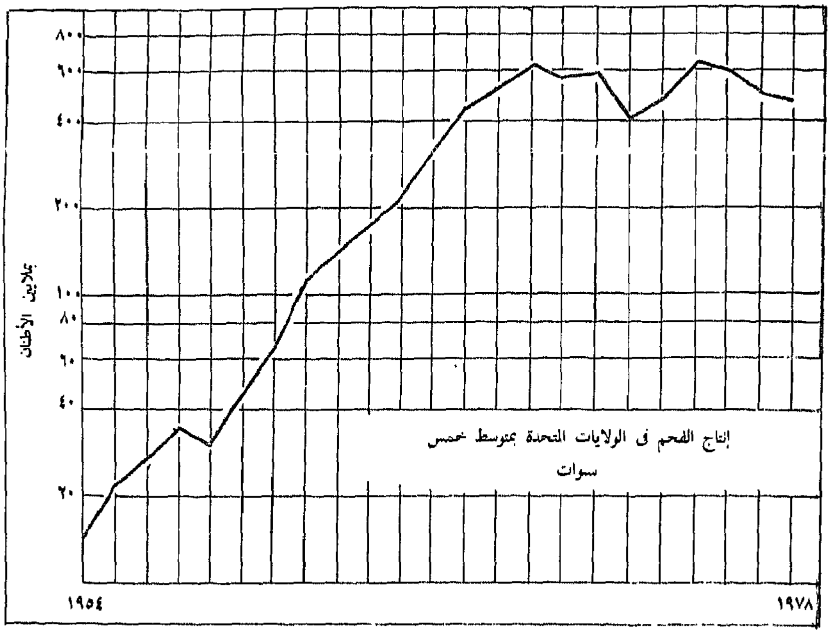
**والثالث**:أنه لولا توفر الفحم فى المناطق الداخلية البعيدة عن الساحل لكانت تكاليف نقل المنتجات الزراعية من هذه المناطق إلى مراكز الصناعة الكبرى فى شرق البلاد أو إلى الأسواق الخارجية فى عصر ما قبل الديزل مستحيلة ، ولكان الازدهار الزراعى الذى تحقق فى المنطقة الداخلية صعب التحقيق ، هذا الإزدهار الذى أدّى إلى وجود أسواق كبيرة فى الوسط الغربى والجبال الصخرية للصناعات الكبيرة التى كان من الممكن أن يتعثر تقدمها فى المنطقة الشرقية لولا وجود هذه الأسواق .

ومع أن للعوامل الأخرى آثار أيضًا فى هذا الموضوع إلا أن حقول الفحم الداخلية التى تمتد من بنسلفانيا إلى كولورادو وأوتاود تستحق الاعتبار الكبير لأنها كانت سبب التطور الصناعى العظيم الذى حصل فى الولايات المتحدة الأمريكية .

**إنتاج الفحم الحجرى فى الولايات المتحدة وتجارته الخارجية :**

تراوح إنتاج الفحم الحجرى منذ عام ١٩٥٠ أقل قليلاً من ٥٠٠ مليون طن فى السنة ولكنه تدنى فى الستينيات حتى بلغ حوالى ٤٠٠ مليون طن فى السنة (شكل ١٢) . ثم ارتفع بعد ذلك حتى وصل إلى حوالى ٥٥٠ فى الوقت الحاضر .

ويشكل فحم الإنتراسيت الذى يستخرج من بنسلفانيا حوالى ٦٪ من مجموع إنتاج البلاد ، كما أن فرجينيا الغربية لا تزال تحتل حتى اليوم المركز الرئيسى فى إنتاج الفحم الدهنى بالنسبة لمجموع البلاد تليها فى ذلك بنسلفانيا وكانتوكى وأيوا وأوهايو وفرجينيا .



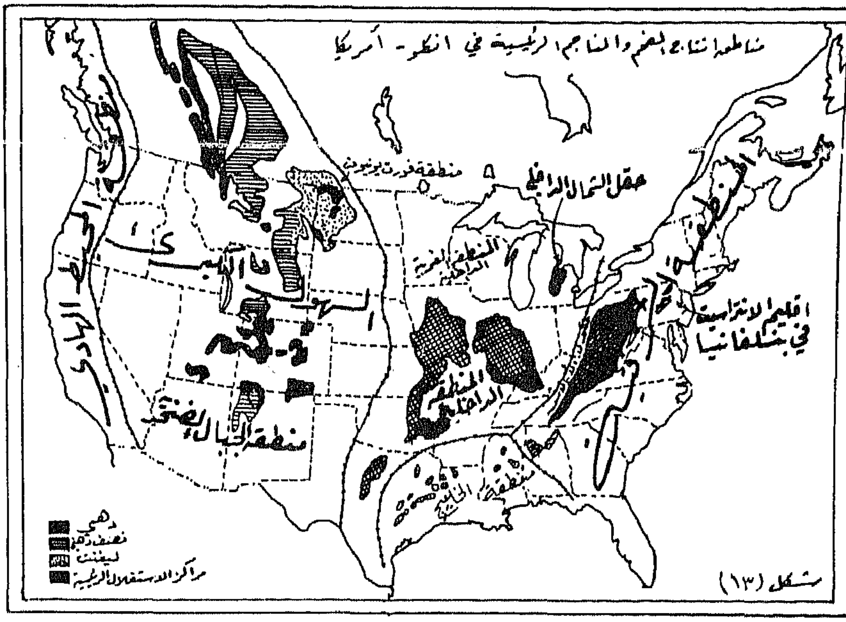

شكل (١٢)
انتاج الفحم فى الولايات المتحدة
لاحظ تدنى الانتاج المستمر

ولقد كان لفحم هذه المناطق أهمية كبرى وواضحة بالنسبة لتعداد مراكز الصناعة الثقيلة فى كل من بتسبورج وديترويت وكليفلند وشيكاجو شكل (١٣) .

أما صادرات الولايات المتحدة من الفحم خلال الفترة التى سبقت الحرب العالمية الثانية فلم تكن تؤلف إلا جزءاً بسيطاً من مجموع إنتاج البلاد ، وكانت تتراوح بصورة عامة حول نسبة تقدر بـ ٢,٦٪ من هذا المجموع .

وكانت كندا فى تلك الفترة سوق الاستيراد الرئيسى إذ كانت تستورد جميع صادرات الولايات المتحدة من الإنتراسيت ومن ٨٥ إلى ٩٠٪ من صادرات الفحم الدهنى .

ولقد ساعد كندا على استيراد الفحم الأمريكى وقوع معظم حقول الفحم الأمريكية بالقرب من مناطق تكاثف السكان فى الجزء المأهول من كندا أى المنطقة الواقعة بين وندسور Windsor ومدينة كويبك Quibec وكذلك قلة احتياطى كندا من الفحم ، هذا الاحتياطى الذى يقع أغلبه فى الجزء الغربى من السهول أى فى أحواض الغرب الجبلية




شكل (١٣) مناطق إنتاج الفحم والمناجم الرئيسية فى انكلو ــ امريكا .

وكذلك فى المقاطعات البحرية البعيدة فى الشرق وخاصة فى نوفا سكوتيا Nova Scotia ومع ذلك فقد لاقى الفحم الأمريكى فى تلك الحقبة وما زال يلاقى منافسة تزداد شدتها من قبل الغاز والبترول .

وتستورد منطقة البحر الكاريبى اليوم بعض الفحم الأمريكى ولكن حاجتها ضئيلة جدًا لا تسمح بالتعويض عما تسببه منافسة الغاز والبترول . إلا أن العلاقات التجارية الوثيقة القائمة بين البرازيل والولايات المتحدة تجعل من البرازيل سوقًا جيدة للفحم الأمريكى خاصة بسبب اتجاه البرازيل نحو التطوير الصناعى ، كما تجعل من الولايات المتحدة أكبر مستهلك للبن البرازيلى .

أما الأرجنتين فعلى الرغم من أن معظم منتجاتها الزراعية كالقمح واللحوم وغيرها تصدّر إلى أوروبا إلا أنها أخذت فى السنوات الأخيرة تستورد كميات متزايدة من الفحم الأمريكى .

ولقد كانت نسبة صادرات الولايات المتحدة من الفحم خلال الفترة التى سبقت

الحرب العالمية الثانية إلى أوروبا قليلة ، وذلك لأن الفحم الأوروبى الذى يستغل بالقرب من المناطق الشاطئية أو فى المناطق الداخلية حيث تتوفر الطرق المائية الرخيصة أقدر على منافسة الفحم الأمريكى ـ الذى يأتى من بعيد ـ رغم صعوبة استغلال الفحم الأوروبى وقدم الوسائل المتبعة فى هذا الاستغلال بسبب قربه من مراكز الاستهلاك الرئيسية .

إلا أن هذه الصادرات ازدادت زيادة كبيرة وبصورة خاصة إلى البلاد الأوروبية خلال فترة الحرب العالمية الثانية والسنوات التى تلتها مباشرة ، ففى فترة الحرب التى امتدت بين عام ١٩٤٠ ـ ١٩٤٤م ازدادت الصادرات من الفحم الدهنى إلى أكثر من الضعف ، وظلت الصادرات بازدياد حتى بلغ وزنها عام ١٩٤٧م ستة أضعاف ماكانت عليه قبل هذه الحرب . وكانت هذه الزيادة تشكل حوالى ١١٪ من مجموع إنتاج الفحم الدهنى الذى بلغ فى ذلك الحين ٦٢٠ مليون طن ، ونسبة مماثلة من إنتاج فحم الإنتراسيت . وقد بلغ ما استوردته أوروبا أكثر من ٥٣٪ من مجموع صادرات الولايات المتحدة من الفحم عام ١٩٤٧م فى حين أنها لم تكن تستورد فى الفترة الواقعة بين عام ١٩٣٥ ـ ١٩٣٩م إلا أقل من نصف بالمئة من هذه الصادرات .

وقد نجمت الزيادة الكبيرة فى الصادرات عن الحرب التى أدّت إلى تعطل أعمال استخراج الفحم فى المراكز الهامة فى غربى أوروبا وتناقص الإنتاج حتى فى بريطانيا التى لم تجتحها الحروب . ولكن هذه الظروف مجرد ظروف طارئة ، فمع عودة حقول الفحم الأوروبية إلى الإنتاج إبتدأت صادرات الفحم الأمريكية إلى هذه المنطقة بالانخفاض : وبعد عام ١٩٤٧م أظهرت الصادرات الأمريكية إلى أوروبا تحولات كبيرة جدًا ، إلا أنها كانت تزداد أحيانًا كما فى عام ١٩٥١ و١٩٥٧م ، ففى عام ١٩٥٧م مثلاً وصلت الصادرات إلى أوروبا حدًا أعلى لم تصله من قبل إذ بلغت حوالى ٥٠ مليون طن من الفحم ولكن هذه الصادرات لم تلبث أن انخفضت فى الأعوام التالية حتى وصلت ١٧ مليون طن عام ١٩٦٠م ثم تضاءلت حتى وصلت إلى كميات ضئيلة فى الوقت الحاضر.

ولقد استطاع الفحم الأمريكى منافسة الفحم الأوروبى خلال الفترة المذكورة للأسباب المنوه عنها فيما مضى أكثر مما كان قادرًا عليه فى الفترة التى تلت الحرب العالمية الأولى ، وبالطبع فإن إمكانية المنافسة كانت تزداد طردًا مع ازدياد إنتاج العامل فى المناجم الأمريكية الذى نجم كما سبق أن أسلفنا فى العديد من الفصول الماضية عن التوسع فى مكينة

استخراج الفحم وكذلك عن ازدياد النقل الميكانيكى فى مناجم تحت الأرض وازدياد ظاهرة استخراج الفحم بتكاليف رخيصة نسبيًا عن طريق المناجم المكشوفة .

ولكن مما لا شك فيه أن ازدياد استعمال البترول فى وسائل النقل والأغراض الصناعية وتزايد منافسة البلاد الأخرى المنتجة للفحم بما فيها الإتحاد السوفياتى تميل إلى تقليل الطلب على الإنتاج الأمريكى لا فى أوروبا فحسب بل وفى العالم أجمع .

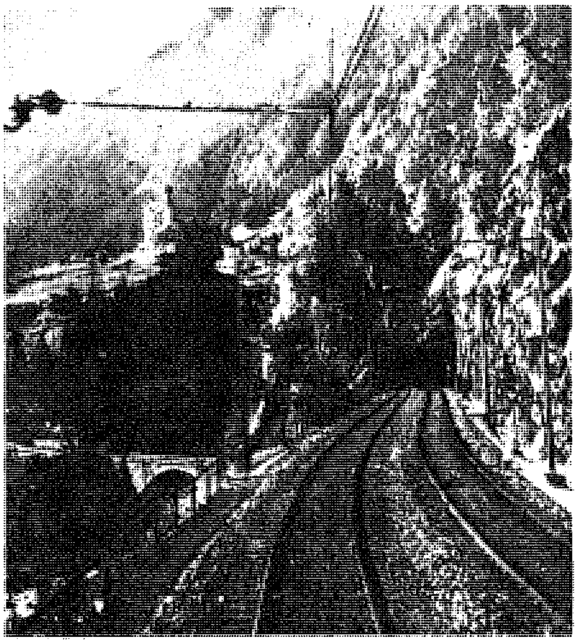
## بعض مشكلات صناعة الفحم الأمريكى

تستطيع صناعة استخراج الفحم الأمريكية إنتاج كميات أكبر مما تنتجه حاليًا من الفحم لذلك بتوقع أن تتمكن هذه الصناعة من مواجهة أى توسع فى الطلب على إنتاجها بنجاح فى المستقبل البعيد . ولقد كان على هذه الصناعة أن تتكيف فيما مضى لتتغلب على تغيرات الطلب الفعلية الشديدة وتواجه ذروة الطلب لذلك كان عليها أحيانًا أن تستخدم من العمال أكثر من حاجتها العادية وأحيانًا أخرى أقل مما اعتادت أن تستخدم ، وكان ينجم عن ذلك تعطل عدد كبير من العمال عن العمل خاصة خلال فترات تدنى الطلب على الفحم . إلا أن هذه الصناعة استطاعت إلى حد ما تجاوز عقبة التأرجحات الفعلية على الطلب عن طريق إتباع نظام لتخزين الفحم بصورة متفرقة dispersed .

ولكن على الرغم من إتباع مثل هذا النظام فقد كان من الصعب التوقع أن يصبح مساويًا (معادلاً) للطلبات الموسمية ، إلا أن هذه الطريقة مكنت من تغيير منحنى البطالة من منحنى ذى قمم حادة إلى منحنى ذى تموجات بسيطة undulations على الرغم من أن معدل عدد الأيام التى عمل بها عمال مناجم الفحم تتراوح بين ٦٢ يومًا فى كنساس و٢٠٨ أيام فى ألاباما أو بمعدل وسطى قدره ١٨٨ يومًا لمجموع عمال الفحم فى الولايات المتحدة الأمريكية .

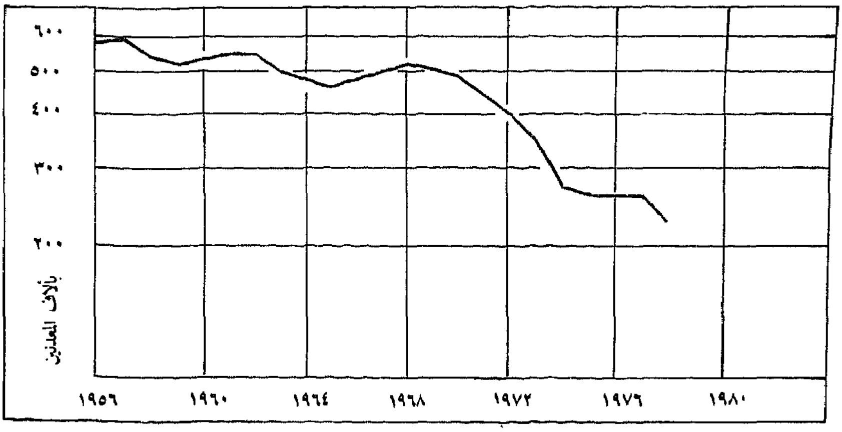
والمسؤول الأول عن بطالة العمال فى مناجم الفحم بلا شك هو تزايد كفاءة الإنتاج زيادة كبيرة . ففى عام ١٩٣٠ كان متوسط انتاج العامل من الفحم يوميًا فى جميع أنواع المناجم الأمريكية حوالى ٥ أطنان ، بينما فاق الـ ١٢ طنًا فى اليوم فى الوقت الحاضر . وتعود هذه الزيادة فى قسم منها إلى ازدياد استغلال المناجم المكشوفة حيث بلغ معدل إنتاج العامل يوميًا فى بعض الولايات التى تمارس بها هذا الاستغلال حوالى ٤٠ طنًا أو أكثر ، أما بالنسبة لمجموع الولايات التى تستغل الفحم بهذه الطريقة فقد بلغ معدل إنتاج العامل فى

اليوم ٢٣ طنًا ، هذا بالإضافة إلى التحسينات التى طرأت على كفاءة العمليات فى المناجم العميقة ، حيث أصبح أكثر من ثلاثة أرباع الفحم المستغل فى هذه المناجم يستخرج بالآلات ، كما ازدادت نسبة كميات الفحم التى تستغل بالآلات المستمرة التى تحمل الفحم ميكانيكيًا . وزادت أيضًا أشكال التحميل الميكانيكية حتى غدت نسبة ما تبقى من فحم يعبّأ ويحمل باليد نسبة ضئيلة جدًا شكل (١٤) .



شكل (١٤) منظر لمخرج منجم من نوع الأنفاق .

وعلى ذلك فلا حاجة بنا إلى القول من أن تناقص مجموع الإنتاج وزيادة إنتاج الفرد الواحد قد أدّى إلى تناقص عدد العمال الذين تحتاج إليهم فعلاً هذه المناجم . فقد كان متوسط عدد العمال الذين عملوا فى مناجم الفحم عام ١٩٢٣م يتجاوز ٨٥٦ ألف عامل ، فى حين أن عددهم اليوم لا يتجاوز الـ ١٦٠ ألفًا ، لذلك أضحت أكثر مناطق إنتاج الفحم اليوم من مناطق البطالة الحادة . ويصدق هذا الأمر بصورة خاصة على مناطق فحم الإنتراسيت وعلى عدد من مناجم الفحم فى حقول الأبلاش فى ولاية بنسلفانيا وفرجينيا الغربية وأوهايو وكانتوكى إلخ .. شكل (١٥) .




**شكل (١٥)**
**معدل المعدنين المستخدمين سنويًا فى حقول**
**الفحم فى الولايات المتحدة**

وهكذا نجد أن صناعة الفحم الأمريكية تواجه مشكلات عدة ولكن وجه الأمل يكمن فى أن هذه الصناعة نفسها مدركة لها . فى عام ١٩٧٨م قدر مجموع احتياطى المحروقات الصلبة الصالحة للاستغلال فى البلاد بأكثر من ١٣٠٠ مرة من حاجة الاستهلاك السنوى الوسطى الحالى . وقد يكون الاحتياطى الفعلى أكثر مما قدر له وذلك لعدم توفر معلومات كافية عن كثير من مناطق الفحم ، ككولورادو التى لم يضم أكثر من ثلاثة أرباعها ولاية مونتانا فى حسابات الاحتياطى ، وكذلك نصف يومنج وعشرة بالمئة من مونتانا .

وعلى الرغم من أنه لا يمكن تقدير كميات البترول والغاز الطبيعى المتبقية فى باطن أرض الولايات المتحدة تقديرًا صحيحاً إلا أن المدة المتوقعة لبقاء هذين المنبعين من منابع الطاقة هى بحسب الظاهرة أقصر بكثير من حياة الفحم وقد تكون أقل من قرن من الزمن ، ومن هذا يتبين لنا بجلاء أن المشاكل التى تواجه صناعة الفحم الأمريكية من حيث منافسة مصادر الطاقة الأخرى لها فى نفس الولايات المتحدة هى مشاكل ترتبط بالحاضر أكثر منها مشاكل بتوقع استمرارها فى المستقبل .

ومن جملة المشاكل التى تصادف الفحم الأمريكى يمكن أن نذكر أولاً ارتفاع تكلفة نقل الفحم الأمريكى نسبيًا بالمقارنة مع الغاز والبترول ، وهذه المشكلة تجتاح حتى منتجى

الفحم فى أوروبا الغربية على الرغم من قصر المسافات بين مناطق الاستغلال ومركز الاستهلاك توفر الطرق المائية الرخيصة فى أوروبا . أما فى الإتحاد السوفياتى فإن مشكلة المسافات تتزايد وتتضخم ، بسبب عظم المسافات التى تفصل هناك بين مواقع بعض أحواض الفحم ومراكز استهلاكه ، بشكل يجعل مواقع هذه الأحواض غير ملائم للاستغلال من وجهة النظر الاقتصادية .

إلا أن إمكانية استعمال الفحم على شكل غبار (ذرات) للأغراض الصناعية قد فتحت الطريق أمام نقل الفحم بواسطة الأنابيب ، وحيث يطحن الفحم الذى يعد للنقل بهذه الطريقة طحنًا ناعمًا ثم يضاف إليه الماء وأحيانا البترول ليشكل مزيجًا يشبه الطين يمكن بعد ذلك ضخه عبر هذه الأنابيب بواسطة المضخات .

وقد جرت دراسات واسعة فى كل من روسيا والولايات المتحدة حول إمكانية تحويل الفحم فى مواضعه تحت الأرض إلى غاز ولكن هذه الدراسات لم تنته بعد ، وإذا أمكن تحقيق هذه الطريقة فإنها ستجعل عملية استخراج الفحم من مناجمه فى باطن الأرض عملية غير ضرورية وبذلك توفر الكثير من نفقات عمليات الاستخراج ، كما أنها تجعل عملية توزيع الغاز عن طريق الأنابيب أمرًا ممكنًا .

وتكون منافسة البترول للفحم الحجرى سواء فى الولايات المتحدة أو غيرها من بلاد العالم ـ منافسة جدية بصورة خاصة فى المناطق الساحلية حيث تعمل بواخر نقل المنتجات البترولية على زيادة أهمية هذه المادة فى المدن الساحلية بالإضافة إلى كون المرافئ الساحلية هى مناطق جذب طبيعية للمنتجات البترولية ، لا لغرض توزيعها إلى المناطق الداخلية فحسب ولكن لاستعمالها أيضًا كمحروقات للسفن البحرية وعابرات المحيط التى أصبح معظمها يدار اليوم بالبترول بدل الفحم كما كان يحصل فيما مضى . هذا عدا عن أن سهولة تصريف الفضلات الناجمة عن المصافى تجعل ارتباط البترول وثيقًا بالمرافئ البحرية .

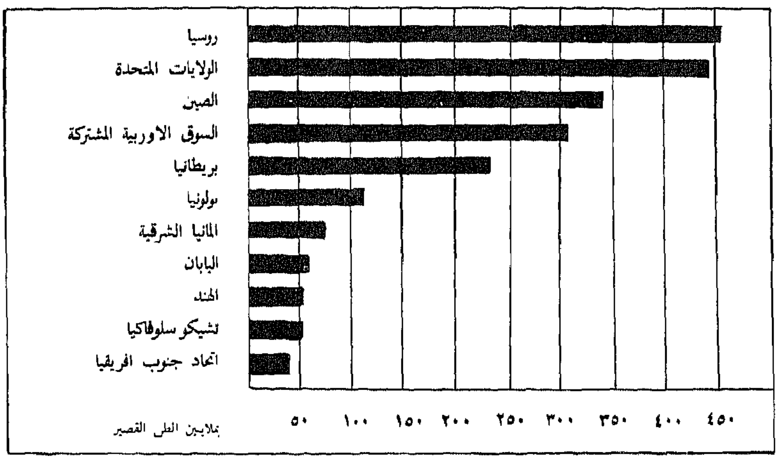
ولقد أنفقت فى الحقيقة أموال طائلة من قبل صناع الفحم الأمريكيين فى حقول الإنتراسيت والفحم الدهنى للحث على الأبحاث التى تتصل بتقليل نسبة النفايات والاستفادة من المنتجات الناتجة عن الفحم استفادة أكبر وكذلك تحسين طرق إنتاج الفحم وكفايته واستعمالاته ، ويستحيل عمليا تقييم قيمة هذا العمل بالمال فى أى وقت من الأوقات ، لأن عرض البحث يجب أن يكون دوما البحث عن الحقيقة لا عنْ المال ، هذا

على الرغم من أن الآثار الفعلية لهذه الأبحاث قد أخذت تظهر فى تحسين الإنتاج بشكل متواصل بدءًا من استخراج الفحم من أعماق المناجم إلى تصنيع السلع الاستهلاكية الصغيرة بما فيها النسيج والأدوية والروائح العطرية .

## ٦ ـ ٣ إنتاج الفحم فى أوروبا وآسيا

توجد أربع مناطق رئيسية لإنتاج الفحم فى أوروبا هى : أ ـ بريطانيا العظمى ؛ ب ـ المنطقة القارية الشمالية الغربية التى تشمل الرور والحقول الأخرى فى ألمانيا الغربية التى تتطاول عبر هولندا وبلجيكا إلى شمالى فرنسا ؛ جـ ـ حقل سيليزيا فى جنوب بولندا ؛ د ـ حوض الدونتز جنوبى روسيا الأوروبية .

أما المناطق الثانوية فهى مقاطعة السار وحقل موسكو وحقول الإنتاج الصغيرة فى جنوبى فرنسا ، وتشكوسلوفاكيا وهنغاريا وأسبانيا . إلا أن بريطانيا العظمى وألمانيا هما أكبر دولتين منتجتين للفحم الحجرى منذ زمن طويل فى أوروبا شكل (١٦) .




**شكل (١٦)**

**البلاد الرئيسية فى إنتاج الفحم الحجرى**

(١) بريطانيا العظمى :

تقع أحواض الفحم البريطانية فى أربع مناطق رئيسية ، فى الشمال حيث تؤمن حقول الفحم الاسكوتلاندية التى تقع فى الأراضى المنخفضة غربى أدنبره المحروقات والقدرة اللازمة لقلب المنطقة الصناعية فى اسكوتلنده . وفى الجنوب فى انكلترا ، وعلى الجانب الشرقى من سلاسل جبال البنين Penine حيث تقع مناطق الإنتاج الشهيرة فى نيوكاسل New castle (حقل نورث امبرلاند ودورهام) وحقل يوركشاير ودربى شاير وتوتنجهام الواسع .

وفى حين تمتد الحقول الصغيرة فى الغرب من لانكشاير وويلز الشمالية إلى الأراضى الوسطى (الميدلاندز) حول برمنجهام حيث يقع حقل كارديف Cardif أو ساوث ويلز ، الذى يشتهر بكونه أكبر حقل لتصدير الفحم فى العالم ، فى جنوب مقاطعة ويلز ، فإن حقل يوركشاير ـ نوتنجهام يعتبر أهم أحواض الفحم جميعًا فى بريطانيا وذلك لأنه ينتج من الفحم أكثر مما تنتجه جميع الحقول البريطانية الأخرى مجتمعة . وشروط ترسب الفحم هنا ممتازة وخاصة باتجاه الشرق على الرغم من تزايد الأعماق التى يوجد فيها الفحم بهذا الإتجاه . وفى هذه المنطقة تقع بعض أحدث المناجم وأوسعها ويكون معدل إنتاج الفرد اليومى فى هذا الحوض أعلى بكثير منه فى بقية أحواض الفحم البريطانية .

ولا يزال حقل ساوث ويلز يحتل المرتبة الثانية فى الإنتاج مع أن شروط الاستغلال هنا أصعب بكثير منها فى الأحواض الأخرى ، لذلك كان إنتاج الفرد فى اليوم ضئيلاً نسبيًا . ولقد تعرضت هذه المنطقة إلى أزمات بطالة حادة مما نجم عنه إغلاق عدد من مناجمها إغلاقا نهائيًا ، وكذلك فقد أدى انخفاض إنتاجية حقول الفحم الاسكوتلندية إلى إغلاق عدد من مناجمها أيضًا .

ولا تسمح الشروط التى يوجد عليها الفحم الحجرى فى جميع أنحاء بريطانيا أن يقوم استغلال واسع بطريقة المناجم المكشوفة ، إذ أن نسبة ما يستغل من فحم بهذه الطريقة لا يتجاوز ٧٪ من مجموع الإنتاج . إلا أن بريطانيا تشتهر بنوعية فحمها الممتاز وبعظم توزع حقولها المنتجة ، ولقد كان لهذه العوامل أهمية كبرى فى تنظيم ونجاح استغلال هذه المناجم للأغراض الصناعية .

ولقد جرى استغلال المناجم القريبة من مراكز الاستهلاك أول الأمر ، ونجم عن ذلك أن ازدادت صعوبات استغلال المناجم الأخرى وبالتالى ازدادت تكلفة الاستغلال بسبب

بعد هذه المناجم عن مراكز الاستهلاك نسبيًا وكذلك بسبب تزايد الأعماق التى توجد فيها طبقات الفحم ، مما أدى إلى ظهور مشكلات يصعب حلها .

وعلى الرغم من أن صناعة الفحم البريطانية لا زالت تستخدم حوالى ٦٥٠ ألف عامل حتى الآن ، إلا أن عددهم لا يزال يتناقص باستمرار لذلك تبرز مشكلة البطالة بشكل حاد فى عدد من الحقول الفحمية .

وقد تم تأميم صناعة الفحم البريطانية عام ١٩٤٧ من قبل حكومة العمال التى كانت تحكم بريطانيا آنذاك ، محاولة منها تلافى أزمة البطالة وكساد الإنتاج ، ولا تزال هذه الصناعة تدار حتى اليوم - رغم تغير الحكومة فى تلك الفترة إلى حكومة محافظين - من قبل المجلس الوطنى للفحم . وقد أدى الاستقصاء الذى جرى فى ٩٥٠ منجما كانت تعمل عام ١٩٤٩م إلى إغلاق عدد من المناجم الهامشية بالتدريج حتى لا تزداد أزمة البطالة تفاقمًا . ولقد قام المجلس بإعادة تنظيم وإنشاء العديد من المناجم القائمة ، وحفر عددًا كبيرًا من الآبار وافتتح عددًا من مناجم الأنفاق وزاد من مكينة العمل فى هذه المناجم كاستعمال آلات القطع الآلية والتحميل الآلى .

وعلى الرغم مما تقدم لا زال الفحم حتى اليوم أساس الصناعة البريطانية ، كما أنه لا يزال أهم الصادرات البريطانية من حيث الحجم . وبما أن بريطانيا تتميز بقلة المياه القابلة لتوليد الطاقة ، وينعدم فيها البترول والغاز الطبيعى تقريبًا ، لذلك يظل الفحم مصدرالطاقة الأولى فى هذه البلاد ، هذا على الرغم من أن المنافسة الحادة التى يلقاها الفحم من البترول فى كل أنحاء العالم ملموسة أيضًا فى بريطانيا ، هذه المنافسة التى تنبأ بها الصناعيون البريطانيون منذ عقود عدة ، فعمدوا إلى استثمار رؤوس الأموال الكبيرة خارج بريطانيا فى المناطق التى عرفت باحتياطيها الكبير من البترول . وقد نجم عن هذا الأمر أن ازدادت واردات بريطانيا العظمى من البترول الخام والمصفى زيادة كبيرة ، ولذلك لم يعد الفحم اليوم حتى فى هذه البلاد السيد الذى لا سيد سواه ، خاصة بعد اكتشاف البترول فى بحر الشمال مؤخرًا وقد بلغ إنتاج بريطانيا من الفحم فى الوقت الحاضر ما يزيد عن (١٠٠) مل/طن .

**(ب) فرنسا وبلجيكا وهولندا :**

يمتد من شمالى فرنسا وعبر بلجيكا إلى مقاطعة جنوب لايبرج فى هولندا وأقليم آخن فى المانيا نطاق مستمر تقريباً من حقول الفحم يضم أنواعا عديدة من الفحم الدهنى الممتاز بالإضافة إلى الإنتراسيت .

ولكن على الرغم من وجود أنواع الفحم التى تصلح لصناعة الكوك فى هذه الحقول إلا أن الكميات المتوفرة منها قليلة نسبياً ، حتى أن فرنسا وبلجيكا معاً تعانيان من نقص هذه السلعة . وبالقرب من ماستريخت Maastricht فى بلجيكا يقع حقل كامباين الممتاز Campine الذى يتجه من الشمال الغربى إلى الجنوب الشرقى خارج النطاق المنوّه عنه سابقاً والذى يمتد باتجاه شرقى غربى بصورة عامة .

واستخراج الفحم فى بعض أنحاء هذا النطاق الرئيسى قديم العهد وقد يعود فى بعض الأقسام إلى القرن الخامس عشر عندما كان الفحم يستغل على نطاق ضيق من الطبقات البارزة على سطح الأرض . إلا أن معظم الطبقات الفحمية التى تنتشر على إمتداد هذا النطاق تقع على أعماق لا بأس بها ، وهى بالإجمال مصابة بانحناء كبير نتيجة التوائها ، كما أنها تتصف بتقطعها بسبب تصدعها وبرقة معظم عروقها تقريباً .

وإن عدم ملاءمة الشروط البنائية فى الطبقات الحاوية على الفحم تجعل مردود العامل الواحد فى اليوم منخفضاً وبالتالى سعر الإنتاج مرتفعاً .

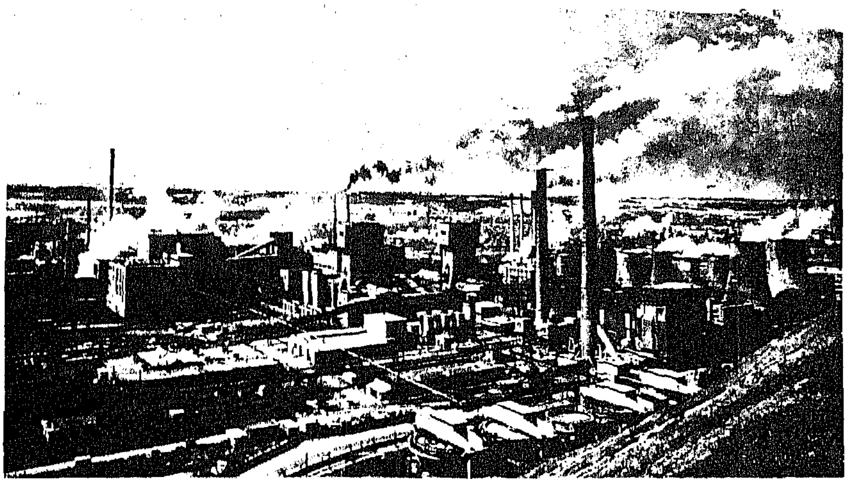
ويصدق هذا الأمر بصورة خاصة على بعض أقدم المناطق استغلالا فى بلجيكا ، ولكن شروط البناء تصبح أكثر ملاءمة فى كل من هولندا وفرنسا . فى حقل كامباين الجديد فى بلجيكا نجد أن الطبقات الفحمية أقل تشوشاً ، إلا أن الطبقة السطحية غير المنتجة التى تغطى طبقات الفحم ذات سمك كبير يتراوح ين ٤٠٠ ــ ٦٠٠م أو أكثر .

وتصدر هولندا بعض إنتاجها برغم أنها تستورد كميات كبيرة من الفحم ، وقد كانت الصادرات والواردات فى فترة ما قبل الحرب الثانية متعادلة إلى حد بعيد ، أما فى السنوات الحالية فقد تجاوز الإستيراد ما يصدّر من فحم .

وينتشر فى جنوبى فرنسا عدد من أحواض الفحم الصغيرة على أطراف الهضبة

المركزية ، كاللوار وسانت اتيين وبورغونى أو ما يسمى بحوض كروزو Creusot ، وأغلب هذه الأحواض ذو أهمية محلية محدودة .

وتسود فى هذه البلاد الثلاثة على العموم مناجم الآبار التى يصل عمق بعضها إلى ما يتراوح بين ١٠٠٠ ــ ١٣٥٠م (شكل ١٧)



شكل (١٧)
منجم موريتز

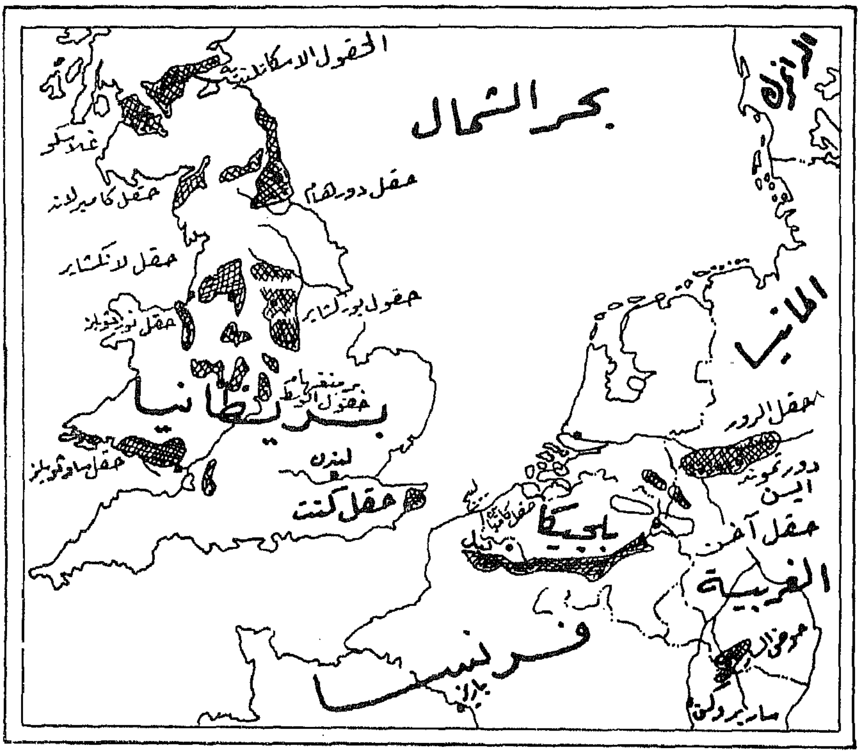
(جـ) ألمانيا الغربية والشرقية :

جزئت ألمانيا بنتيجة حربين خسرتهما إلى قسمين ، وفقدت بنتيجة تحديد الحدود بينها وبين بولونيا مصادر الفحم التى تقع إلى الشرق من خط أودر ــ نيس بما فى ذلك القسم الخاص بها من حوض سيليزيا الذى يعتبر أكبر أحواض الفحم الأوروبية .

ومع ذلك فلا تزال ألمانيا الغربية ذات احتياطى كبير تتراوح أنواعه بين الليجنيت والفحم الدهنى الممتاز ، وأهم مواقع هذا الاحتياطى تتمثل فى حوض الرور الذى يشتهر بما

يحتوى عليه من فحم صالح لصناعة الكوك وأنواع الفحم الدهنى التى تتميز بارتفاع نسبة المواد الطيارة فيها .

ويشتد الطلب على فحم الرور أو ويستفاليا الصالح لصناعة الكوك من قِبَل أوروبا القارية الغربية . وينقل أكثر الفحم الناتج فى هذه المنطقة بسبب قربها من نهر الراين باتجاه منابع النهر بالسفن النهرية المستوية القاع Barge إلى كل من جنوبى المانيا الغربية وفرنسا وسويسرا وباتجاه مصب الراين عبر هولندا إلى البلاد الاخرى (شكل ١٨) .




شكل (١٨) حقول الفحم فى شمالى غربى اوربا .

والشروط البنائية فى حوض الرور أكثر ملاءمة لإستخراج الفحم من الشروط السائدة فى الحقول البلجيكية والفرنسية ، إذ تمتد الطبقات الفحمية هنا باتجاه جنوبى غربى ـ شمالى شرقى متبعة فى هذا الإمتداد اتجاه الطيات ، إلا أنها تتجزأ بعدد من الصدوع الكبيرة التى

تتجه باتجاه جنوبى شرقى ـ شمالى غربى . وهذه الصدوع هى المسؤولة عن وجود الفجوات التى نلقاها بين الحقول المنفردة التى توجد فى جنوبى غربى هذا الحوض .

ويستخرج معظم الإنتاج هنا من القسم الجنوبى الشرقى من الحوض الواقع بالقرب من نهر الرور الذى يرفد نهر الرين من الجهة اليمنى .

وقد استنفذ بالطبع معظم الفحم الذى كان موجوداً من قبل فى هذا القسم . لذلك فقد انتقل الاستخراج إلى الشمال الغربى حيث يزداد سمك الغطاء الصخرى . إلا أن الطبقات الفحمية تصبح هنا قريبة من الأفقية ويزداد سمكها . لذا كانت طريقة مناجم الآبار واجبة الاتباع هنا لاستغلال الفحم .

أما العروق المنفردة فتكون ذات سمك لا بأس به . إلا أن الفحم التجارى يتوزع هنا على حوالى ٩٥ طبقة . يبلغ معدل سمك الواحدة منها المتر تقريبا .

ولقد كان حوض الرور يقدم فى الفترة الواقعة ما قبل الحرب الثانية حوالى ثلثى مجموع حاجة ألمانيا كلها من الفحم الدهنى . وقد ارتفعت هذه النسبة بالطبع كثيراً منذ تقسيم ألمانيا إلى قسمين . ومنطقة الرور من أكثف المناطق الصناعية بالسكان فى العالم . وعلى الرغم من أنها تعرضت خلال الحرب العالمية الثانية إلى القصف بالقنابل من الجو فقد أعيد بناؤها مجدداً (انظر شكل ٢١) .

وكانت هذه المنطقة قبل الحرب تنتج من فحم الكوك اللازم لإذابة المعادن أكثر من أية منطقة أو بلد آخر خارج الولايات المتحدة الأمريكية . وإن قرب نهر الراين من منطقة المناجم وإنشاء القنوات المختلفة وكثافة السكك الحديدية والطرق قد يسر شحن المواد الأولية من وإلى المنطقة وجعله ممكنا بأرخص الأسعار . أما حقل آخن الذى يقع بالقرب من المدينة التى اتخذ اسمها ، فهو حقل صغير يمتد باتجاه شمالى غربى حتى يصل إلى حقل ساوث لمبورغ الهولندى وإلى حقل كامباين البلجيكى .

وعلى الحدود الفرنسية الألمانية . بالقرب من مدينة ساربروكن Sar brucken يقع حوض السار الشهير ، وهو عبارة عن حقل صغير نسبيًا إلا أنه يضم أجود أنواع الفحم وفيه بعض الفحم الصالح لصناعة الكوك . وإن انتشار الطبقات الفحمية يلائم الاستغلال ملاءمة كبيرة جدًا ، كما أن هذا الحوض ذو احتياطى كبير .

وقد تم فصل هذه المنطقة مؤقتاً عن ألمانيا ووضعت تحت إدارة عصبة الأمم بعد الحرب

العالمية الأولى بسبب تخريب الألمان لمناجم شمالي فرنسا في تلك الحرب ، أما مناجمها فقد وضعت تحت إشراف الحكم الفرنسي . وقد منحت هذه المنطقة عقب الحرب العالمية الثانية وضعاً مؤقتاً كذلك لمصلحة فرنسا ، ولكنها أصبحت الآن جزءاً من ألمانيا الغربية .

وتكثر رواسب الليغنيت أو ما يدعى بالفحم البني وخاصة في منطقة لا يبزغ ـ ماغديبورغ التي تقع الآن في المانيا الشرقية ، وكذلك في إقليم كولونيا وفي بافاريا في ألمانيا الغربية . إلا أنه يستحصل على معظم الإنتاج من سكسونيا في ألمانيا الشرقية بسبب طبقاتها الواسعة وسمكها الكبير نسبياً ، حيث يمكن إستخراج معظم الليجنيت بطريقة المناجم المكشوفة بتكاليف زهيدة جداً .

وعلى الرغم من إنتاج أوروبا الوسطى الكبير من الفحم الدهني ، فإن أهمية رواسب الفحم البني لا يمكن نكرانها أبداً بالنسبة للحياة الصناعية خاصة لدى الشعوب التي تهتم باستخراجه . إذ يحول الليجنيت إلى قدرة كهربائية على نطاق واسع . كما تصنع منه قرميدات الفحم التي تستعمل للأغراض المنزلية والصناعية . كما أن هذا الفحم يعتبر مادة أولية ذات أهمية كبيرة لبعض الصناعات كصناعة البنزين التركيبي وعدد من المنتجات الكيماوية الأخرى .

### جماعة الفحم والحديد الأوروبية

لا زال الفحم حتى اليوم إلى حد بعيد أساس الصناعة في القارة الأوروبية ، إلى حد أدّى إلى قيام محاولات جديدة لإقامة تعاون اقتصادي أوثق بين هذه البلاد وإلى محاولة إيجاد أشكال جديدة من التعاون كالسوق الأوروبية المشتركة الحالية .

وكانت أولى تلك المحاولات هي التعاون في إنتاج الفحم والفولاذ . ففي أبريل نيسان من عام ١٩٥١ وقعت كل من بلجيكا وفرنسا وألمانيا الغربية وإيطاليا ولوكسمبورغ وهولندا معاهدة أنشئت بموجبها جماعة الفحم والفولاذ الأوروبية التي هدفت إلى إنشاء سوق مشتركة للفحم والفولاذ بعد نبذ الرسوم الجمركية والقيود الكمية على حركة هاتين السلعتين بين البلاد الموقعة على هذه المعاهدة . ولقد كانت هذه الخطوة ولا شك خطوة كبرى إلى الأمام في الحياة الإقتصادية لأوروبا الغربية بسبب وجود الحدود السياسية العديدة التي تجزىء منطقة الفحم والصناعة التي تمتد بلا انقطاع تقريباً من بثون Bethune في شمالي

فرنسا إلى هام Hamm فى ويستفاليا . لذا كانت هناك حاجة ماسة إلى وجود تبادل دون قيود لنوعيات الفحم المختلفة ولأنواع الفولاذ عبر هذه الحدود .

**( د ) بولونيا :**

أصبح حقل سيليزيا الذى كان أكثره يقع فى ألمانيا فيما مضى ـ ما عدا جزء صغير منه فى تشكوسلوفاكيا ـ ضمن الأراضى البولونية . وهو يلى حوض الرور فى أهميته ، ويعتبر فحم هذا الحوض من أجود الأنواع لتوليد البخار ، كما أن بعضه يصلح لصناعة الكوك . وتؤمن طبقاته المصابة بالتواء بسيط والتى توجد على أعماق بسيطة شروطاً ممتازة لعمليات تعدين رخيصة .

ولقد ساعدت هذه العوامل وتزايد الطلب على الفحم فى الأسواق المجاورة على قيام منطقة غنية بالصناعة فى ذلك الجزء من الحوض .

**(هـ) الاتحاد السوفياتى :**

يتمتع الاتحاد السوفياتى باحتياطى كبير من الفحم ينتشر فى هذه البلاد العظيمة الاتساع ، ولكن لو نظرنا إلى توزع هذا الاحتياطى على أساس المحتوى الحرارى أو القيمة الحرارية لوجدنا أن أكثر من ٨٥٪ من هذا الفحم يقع إلى الشرق من روسيا الأوروبية شرقى نهر الاوب الأعلى ، ومن هناك يمتد إلى أقصى الشرق على امتداد نهر الينيسى الأوسط والأدنى وروافده الشرقية وفى حوض نهر لينا Lena . وتبعد هذه المنطقة كثيراً عن منطقة تكاثف السكان التى تتمثل بمثلث كبير يضم ليننغراد ـ سفردلوفسك ـ اوديسا .

وأهم أحواض الفحم من حيث الاستغلال هو حوض الدونتز (الدونباس Donbass) الذى يقع إلى الشمال من بحر آزوف Azov . وتتفاوت أنواع الفحم الموجودة فيه بين الفحم الدهنى ذى المواد الطيارة العالية (أكثر من ٣١٪ من المواد الطيارة الجافة) إلى فحم الانتراسيت وتستعمل أنواع فحم الكوك والفحم الصالح لتوليد البخار Steam Coal فى صناعة الفولاذ المحلية التى تحصل على خامات الحديد من توضعاته القريبة فى كريفويروغ Krivoirog .

ويصدر بعض فحم الانتراسيت الروسى إلى أوروبا الشرقية حتى أن بعضه يجد سبيلاً إلى اوروبا الغربية .

أما حوض موسكو الذى يعتبر من أكبر الأحواض فذو فحم يتميز بانخفاض نوعيته ومعظمه من الفحم الدهنى ، والإنتاج فى منطقة الأورال كبير نسبياً ولكن الاحتياطى بسيط والعكس صحيح بالنسبة لحقل بيشورا Pechora الذى يقع وراء الدائرة القطبية على الأطراف الغربية لجبال الأورال . وقد أظهرت التقارير أن احتياطى الفحم فى هذه المنطقة يتجاوز الاحتياطى الموجود فى حوض الدونتز ، حيث يضم هذا الحوض كميات لا بأس بها من الفحم الصالح لصناعة الكوك ، إلا أن بعده عن الأسواق وارتفاع كلفة الاستخراج فى ظل شروط التجمد الدائم يجعل أهميته قاصرة على تموين بعض المناطق القريبة من مثل لينغراد والأقاليم الشمالية والشمالية الغربية من البلاد .

وفى روسيا الأوروبية اتسع استغلال الفحم اتساعاً كبيراً خاصة فى حوض كوزنتسك Kuznetsk حيث أضحت مدينة نوفوكوزنتسك (سابقاً مدينة ستالين) أهم المراكز الصناعية وقد ازداد الإستغلال أيضاً فى حوض كانسك ــ اشينسك Kansk-Achinsk فى الشرق . وفى حوض كاراغندا Karaganda فى تركستان إلى الشمال الغربى من بحيرة بلكاش Balkash . ويشتهر هذين الحوضين الأخيرين بالفحم الصالح لصناعة الكوك .

وتؤمن المناجم الموجودة حول اركوتسك Irkutsk وفى الشرق السوفيتى البعيد الفحم اللازم للاستعمالات المحلية حيث أخذ الناس بالازدياد نتيجة إقامة المنشآت الصناعية الجديدة وكذلك العديد من مشاريع استغلال المعادن الأخرى المتوفرة .

ومما تقدم يمكن لنا أن نتبين أن الاتحاد السوفياتى على الرغم من أنه يمتلك كميات هائلة من الفحم الحجرى إلا أن المسافات الطويلة التى تفصل بين مواقع هذا الفحم والمراكز الصناعية الكبرى تشكيل عقبة رئيسية وجدية فى وجه الاستغلال وتتطلب إقامة شبكات مواصلات طويلة ليمكن استغلال الفحم بشكل جدى خاصة فى القسم الاسيوى من البلاد حيث تسيل الأنهار السيبرية نحو الشمال باتجاه المحيط المتجمد الشمالى بدل أن تجرى نحو الغرب حيث تتمركز الكثافات السكانية . ومع ذلك فإن الاتحاد السوفياتى ينتج بصورة وسطية من قسميه الغربى والشرقى حوالى ٦٠٠ مليون طن فى السنة الواحدة .

**( و ) الصين :**

تدل التقارير والابحاث التى جرت مؤخراً أن أرض الصين تضم كميات هائلة من الفحم الحجرى وقد وضعت التقديرات الأولية عن الاحتياطى الصين على مستوى الولايات

المتحدة ، إلا أن المعلومات الأخيرة أظهرت أن احتياطى هذه البلاد من الفحم أقل مما قدّر له أول الأمر .

وتوجد رواسب الفحم الصينى بشكل مبعثر على مساحات واسعة ، ولكن أنواعه الجيدة التى استغلت فى منشوريا وشمالى الصين تتميز بشروطها الموافقة نسبياً للاستغلال . مما نجم عنه أن أصبح هذا القسم من البلاد ينتج بصورة عامة حوالى ثلثى إنتاج الصين كلها .

أما فى جنوبى الصين فالفحم يكون من نوع أدنى ولكن تتوفر فى بعض المناجم المحلية أنواع جيدة منه .

وتنتشر طبقات الفحم فى معظم الحالات فى بنية مصابة بالالتواء ذات انحدارات شديدة مما أدىّ إلى صعوبة عمليات الاستغلال . ومع ذلك فقد بذلت حكومة الصين الحالية كل ما تستطيع من جهد لزيادة إنتاج الفحم فيها حتى أصبح إنتاجها يقدر فى الوقت الحاضر من الفحم الدهنى والإنتراسيت والليغنيت بحوالى (٤٢٥) مليون طن أى نحو ١٤٪ من إنتاج العالم .

**( ز ) اليابان :**

تتناثر فى اليابان بعض حقول الفحم الصغيرة خاصة فى جزيرتى هونشو وهوكايدو ، وأنواع فحمها تتراوح بين الفحم الدهنى العادى إلى الفحم الصالح لصناعة الكوك .

ويقدر احتياطى اليابان بـ ١٪ من احتياطى الصين . وبغض النظر عن نشاط المؤسسات اليابانية وطرق الاستغلال الحديثة التى تتبعها هذه المؤسسات ، فإن حقول الفحم اليابانية ليست كافية لتلبية حاجات الصناعة فى البلاد لذلك كان استيراد الفحم ضروريا فى الماضى . وسيبقى كذلك دون شك فى المستقبل إذا رغب ازدهار الحياة الصناعية فى اليابان .

**(ح) الهند :**

قدر احتياطى الفحم فى شمالى ووسط الهند بين ٤ ــ ٥ بلايين طن من الفحم الذى يسهل الحصول عليه . وفحم الهند ذو نوعية ممتازة ، وثلثه أو أكثر من ذلك بقليل يصلح لصناعة الكوك .

وعلى الرغم من انتشار حقول الفحم الصغيرة فى أجزاء عديدة من البلاد ، نجد أن

حقلى بهار Bihar وأوريسا Orissa هما أكبر حقول الفحم الهندية التى تبشر بإمكانية استغلال مستمر فى المستقبل القريب .

إن سهولة وصول خام الحديد والفحم كل منهما إلى الآخر يؤكد ما يتوقع من زيادة التطور الصناعى فى شمال الهند على الرغم من أن الإنتاج الحالى يقارب المائه مليون طن . وهذا الإنتاج الحالى بالطبع إنتاج بسيط بل وضئيل بالنسبة لبلاد واسعة كالهند سواء بمساحاتها أو بعدد سكانها .

## ٧ ـ ٣ ـ إنتاج الفحم الحجرى فى بقية أنحاء العالم

يظهر (الشكل ١٩) أن إنتاج الفحم يتركز فى بعض البلاد الكبيرة فى العالم وخاصة فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية الذى يحتكر تقريباً إنتاج هذه المادة الضرورية ؛

أما أمريكا الجنوبية فذات احتياطى ضئيل ومبعثر ، ولكن بما أنه يمكن استيراد الفحم بأسعار منخفضة نسبياً إلى هذه البلاد وبما أن صناعة البترول لا تزال تتسع يوما بعد آخر فى البلاد المنتجة له ، فإن المستقبل القريب لا يوحى قط بإمكانية زيادة إنتاج الفحم بشكل بارز فى أمريكا الجنوبية فى المستقبل القريب حتى ولو أدّت التحريات الجديدة إلى تأكيد وجود رواسب أخرى من الفحم الحجرى غير الرواسب المعروفة حتى الآن ولا ينتج الفخم بكميات جوهرية إلا فى التشيلى وكولومبيا والمكسيك والبرازيل فى الوقت الحاضر ، على الرغم من وجود الفحم فى عدد من المناطق الأخرى .

ولقد تطور استغلال الفحم فى إفريقيا الجنوبية إلى حد كبير فى الأيام الأخيرة حتى وصل إنتاجها من الفحم الدهنى والإنتراسيت إلى ٤٠ ـ ٥٠ مليون طن تعتمد فى استخراجه على اليد العاملة السوداء ـ الرخيصة ، أما فى بقية أنحاء إفريقيا فإن موجودات الفحم وإنتاجه (ضئيلان) جداً .

وتنتج أستراليا ونيوزلندا الفحم الدهنى والليغنيت على مقياس متواضع ، إلا أن ما يعوق تطور الإنتاج فى هذين البلدين هو نقص اليد العاملة والأسواق . وبسبب حداثة سكنى هذين البلدين لم يصل التصنيع فيهما المرحلة التى وصل إليها لدى الدول القديمة التصنيع . ولكن يتوقع أن تغَذّ صناعة إستخراج الفحم الأسترالية والنيوزلندية وكذلك فى إفريقيا الجنوبية السير لمواجهة ازدياد الطلب على منتجاتها فى هذه البلاد فى المستقبل البعيد ولو أن هنالك قليل من الأمل فى أن تتقدم هذه الصناعة بسرعة فى المستقبل القريب .

## ٨ ـ ٣ ـ أشكال تجارة الفحم الحجرى

بالإضافة إلى ما عرضنا آنفاً عن تجارة الفحم الحجرى فى الولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من الدول عند بحثنا لمناطق الإنتاج فيها ، لا بد لنا من أن نعرض إلى أن تجارة الفحم عملياً تجارة محدودة ، لأن أكثر الدول إنتاجاً له هى أكثرها استهلاكاً لهذه المادة وهذا مما يؤدى إلى إضعاف التجارة فيها ، فإذا أضفنا إلى ذلك ثقل الفحم ورخصه وعظم تكاليف النقل التى تتطلبها تجارته مما يؤدى أحياناً إلى مضاعفة ثمنه فى الأسواق المستهلكة إذا كانت الأسواق بعيدة عن مركز الإنتاج أو إذا كان النقل يتم بالسكك الحديد أدركنا سبب محدودية هذه التجارة .

وقد حسب أن النقل لمسافة تسعمائة كيلو متر فى ألمانيا بالسكة الحديد يضاعف ثمن الفحم الحجرى بالنسبة لسعره فى مكان إستخراجه ، وكذلك فإن النقل بالطرق المائية يزيد الأسعار بمقدار الثلث .

وتجارة الفحم فى الحقيقة على نوعين : تجارة قريبة المدى وهى الأهم وتجارة بعيدة المدى وهى ذات أهمية ضئيلة نسبياً .

**والتجارة القريبة المدى** تكون إما باستهلاك الفحم فى مكان إستخراجه وهذا النوع من الإستهلاك يسمى الإستهلاك المحلى ، كما فى بلجيكا التى تستهلك ٧٠٪ من فحمها فوق المناجم مباشرة فى عدد من الصناعات . وإما أن يتم تبادل قسم من الإنتاج مع مناجم الحديد القريبة ويسمى هذا الإستهلاك بالإستهلاك الإقليمى ، مثال الفحم الذى ينقل من بتسبورغ فى الولايات المتحدة إلى دولوث على البحيرة الكبرى وكذلك فى الإتحاد السوفياتى بين الدونباس وكريفويروغ ـ أو أن يشحن إلى المراكز الصناعية المجاورة لاستعماله فى هذه الصناعات ، مثال الفحم فى حوض موسكو الذى يشحن إلى المدن الصناعية المجاورة للحوض بسبب توفر الأقنية المائية والأنهار الصالحة للملاحة .

**أما التجارة البعيدة المدى** فهى عملياً ضئيلة جداً لا تكاد تتجاوز ١٥٪ من مجموع التجارة فى هذه المادة ، ونادراً ما يشحن الفحم إلى مسافات تزيد على ٢٥٠ كم لأن مثل هذا الشحن يزيد من تكلفته ويرفع من تكلفة الصناعات التى تعتمد عليه . وأهم الدول التى تعمل فى هذه التجارة هى بريطانيا والولايات المتحدة والهند واتحاد جنوب إفريقيا التى تصدّر فحمها عادة إلى الدول المجاورة لها أو التى تربطها بها علاقات وثيقة .

## ٩ ـ ٣ ـ مستقبل الفحم الحجرى

بعد أن عرضنا إلى ما تقدم نطرح الآن على أنفسنا السؤال التالى ونجيب عليه .

### هل عزل الفحم الحجرى عن عرشه؟

إن الإجابة على هذا السؤال تعتمد على المكان الذى يوجد به السائل والمجيب . وكذلك على الطريقة التى ينظر بها الإنسان إلى الأمور . فى الولايات المتحدة مثلا لم يعد الفحم بعد السيد المطلق فى مضمار المحروقات ، كما أن سيادته قد ضعفت فى عدد من البلاد الأخرى أو أنها فى طريقها إلى الضعف . ولكن على الرغم من ذلك لا زال مجموع إنتاج الفحم الحجرى مستمراً فى الإرتفاع . إذ لا يزال الفحم فى العديد من البلاد متماسكاً لم تضعفه منافسة بقية المحروقات ، لذلك فإن الفحم ما زال من وجهة النظر العالمية بل وحتى من وجهة النظر الأمريكية يعتبر من أكثر منابع الطاقة أهمية بالإضافة إلى كونه مصدراً للكثير من المنتجات الصناعية التى تشتق منه .

وأخيراً إذا لم يحدث تطور غير متوقع فى مجال المحروقات ، يبدو أن الفحم سيعود تدريجياً إلى احتلال مكانته التى فقد بعضها . وتميل جميع الدلائل المتوفرة فى الوقت الحاضر إلى أن موارد الفحم مقدّر لها أن تبقى مدة أطول من موارد الغاز والبترول بسبب عظم الإحتياطى منها وهذا ما يؤكد أن الناس سيجبرون على أن يعودوا إلى استعماله على نطاق واسع فى يوم من الأيام .

# الفصـــل الــرابع

# البترول والغاز الطبيعى

# مقدمة

إن السيارات والشاحنات والتراكتورات والطائرات ـ أى جميع الآلات التى تقاد بالبترول مسؤولة فى الولايات المتحدة ـ كما فى بقية أنحاء العالم المتقدم عن بعض التغيرات العظيمة التى طرأت على الحياة منذ اختراع الآلة المعدنية التى اعتمدت على القدرة البخارية . وقد أدى هذا الأمر إلى إندفاع الناس على شكل تيار مستمر من المناطق الريفية إلى المدن مما نجم عنه نمو هائل فى بعضها حتى أصبحت مدناً كالعواصم Metropolitan . كما أنه كان السبب فى وجود ظاهرة المدن التى تخلو تقريباً من سكانها عندما تنتهى أعمالهم اليومية فينتقلون إلى خارجها . وقد تطلّب هذا التطور إعادة تنظيم جذرية للنماذج السائدة فى نقل البضائع والناس . ..

ولم يقتصر تأثير البترول ومنتجاته على المناطق المتقدمة فى العالم فحسب بل إن آثاره تجاوزتها إلى التغيرات التى أصابت مختلف أوجه حياة الإنسان حتى فى قرى الأدغال الإفريقية التى أضحت على اتصال مع العالم الخارجى المتطور بواسطة الشاحنات وسيارات الجيب .

وفى حين أن البترول يعنى بالنسبة للكثيرين منا مجرد تعبير يدل على المحروقات التى تستعمل فى الموتورات وزيوت التشحيم ، فإنه من المفيد لنا أن نعلم أن الزيت الخام وقرينه الغاز الطبيعى قد أصبحا اليوم مادتين رئيسيتين لمئات السلع التى يحصل عليها على شكل مشتقات كيماوية تنتج عن صناعة تصفية الزيت الخام أى البترول .

ولقد أقام العديد من أكبر شركات البترول والغاز الطبيعى مصانع كيماوية منفصلة وواسعة إلى جانب هذه المصافى . وهى تشكل فى أكثر الأماكن مظاهر بارزة فوق معالم الأرض خاصة على امتداد شاطىء الخليج فى الولايات المتحدة الأمريكية . وبهذا أصبح البترول أو ( الصخر الزيتى ) الذى استغله الدجّالون كعلاج

فى أوائل القرن التاسع عشر جنى الصناعة فى القرن العشرين ، جنيًا فى تنوع منتجاته بالإضافة إلى كونه قوام الصناعة .

وعلى الرغم من حداثة استعماله بالدرجة الأولى فى الأغراض الصناعية بسرعة خيالية فى هذا القرن فقد عرف البترول من قِبَل الإنسان منذ أن وجدت الترشحات Seepage البترولية فى عديد من أنحاء العالم .

ولقد اشتهر القار Tar الناجم عن هذه الترشيحات واستعمل فى إنشاء برج بابل ولتجهيز الموتى من قبل المصريين القدماء . وقد يكون القار هو السبب إلى حد ما فى نجاح الفينيقيين القدماء فى تسيير حرفتهم الخفيفة فى جميع أنحاء البحر الأبيض المتوسط بل إلى ما وراء ذلك من بحار إذ استخدموا القار فى ملء الشقوق والثغرات فى أخشاب مراكبهم فجعلها ذلك أكثر صلاحًا للبحر .

واستعمل البترول أيضًا كمرهم لدهن بعض الأعضاء المصابة ببعض الأمراض من قِبَل سكان منطقة ما بين النهرين القدماء قبل بدء العصر المسيحى بقرون عديدة ، كما استعمله الهنود الحمر الذين كانوا يقطنون فى منطقتى بنسلفانيا ونيويورك لنفس الغرض وقبل أن تعطى هاتان المنطقتان هذين الأسمين الحديثين .

ولكن استعماله فى الصناعة تأخر عن ذلك كثيرًا ، إذ كان على هذا الاستعمال أن ينتظر دون شك اكتشاف طريقة تساعد فى الحصول على كميات كبيرة منه عن طريق ثقب الطبقات الأرضية التى تتألف من الصخور القاسية ، هذه الطريقة التى استعملها ونشرها إ.ل.دريك عندما استغل أول آبار البترول فى الولايات المتحدة .

واستخدم الزيت المتحصل عن الترشحات فى بعض الأماكن كمنبع حرارى ومصدر للإضاءة منذ القديم ، فقد لاحظ الرحالة ماركو بولو فى القرن الثالث عشر وجود مشاعل مرطبة بالبترول فى منطقة القفقاس عندما زارها وقد قيل حينئذ أن هذا الزيت لا يصلح للطعام ولكنه يصلح للإشعال ولدهن الجمال المصابة بالجرب

وعندما أمكن استعماله فى الفوانيس Lamps فيما بعد خاصة بعد انتشار صناعة الزجاج زاد الطلب عليه وذلك بسبب قلة الدهون الحيوانية والنباتية التى تلائم أغراض الإنارة . وللحصول على كميات كبيرة منه حفرت بعض آباره باليد ، وكانت هذه العملية فى معظم الأحيان تنتهى إلى الفشل ، إلا أن المهتمين بهذا الأمر فى بورما وصلوا إلى نتائج مرضية بهذا الصدد فى وقت مبكر ، ولذلك أصبح زيت، رانفون سلعة تجارية بارزة فى سوق لندن منذ أوائل القرن التاسع عشر .

وقبل وجود صناعة البترول الأمريكية بزمن لا بأس به ، بدأت فى رومانيا

صناعة تقطير للحصول على الكيروسين (بنزين الطائرات) وعلى المواد التشحيمية من الآبار التى كانت قد حفرت بالوسائل اليدوية . أما فى أمريكا فعلى الرغم من أن البترول كان قد عرف منذ القديم فى غربى بنسلفانيا ، إلا أن فوائده لم تعرف تمامًا إلا فيما بعد لذلك كان الطلب عليه يزداد ببطىء كبير . ولكن استعمال الزيت كدهون (مرهم) وإلى حد ما للإنارة بواسطة الفوانيس قبيل منتصف القرن التاسع عشر أدى إلى ارتفاع أسعار الكميات القليلة المتوفرة منه بشكل ظاهرى .

وقد اجتذب هذا الأمر الاهتمام وبدأت الشركات تتشكل لاستغلال ما يدعى «بزيت الصخور» ، ولكن حداثة هذه الصناعة تتطلب من العاملين فيها أن يتعلموا جميع ما يتصل بها من ناحية تقنية الاستغلال والتقطير وكان الحفر (الثقب) عبر الصخور القاسية للوصول إلى الطبقات البترولية أولى المشاكل التى كانت تتطلب الحل .

وفى عام ١٨٥٩ تمكن الكولونيل دريك من تثبيت أول جهاز للثقب الخام بالقرب من تيتوسفيل فى بنسلفانيا مستندًا إلى مبدأ تفتيت الطبقة الصخرية bed rock إلى ذرات ناعمة بواسطة قضيب حديدى ثقيل مجهز فى أسفله برأس حاد وفاس يرفع وينزل آليًا . وبواسطة هذه المطرقة الرشيقة أتم دريك حفر بئره الأول إلى عمق لا يزيد على ٥٩ قدمًا أو حوالى العشرين مترًا وحصل بالنتيجة على غلة بلغت أربعين برميلاً [١] فى اليوم . إلا أن هذه الغلة ما لبثت ان إنخفضت بعد ذلك حتى وصلت إلى ١٥ برميلاً فى اليوم قبل الأخير من نفس العام .

إن بئر دريك كان أول الآبار التى تم حفرها ميكانيكيًا وكان الغرض من هذا الحفر سرعة الحصول على البترول . ولقد تم اختيار الموقع الذى حفر فيه البئر على ضوء الترشحات التى وجدت بالقرب من شطئان وادى الزيت Oil Creek. وبيع البترول الذى استخرج من هذا البئر أول الأمر بأكثر من عشرين دولارًا للبرميل الواحد ولكن ما إن تم حفر آبار أخرى وتم الحصول على كميات كبيرة من هذه المادة حتى انخفضت الأسعار وتقلص الربح . وتدل هذه الحادثة القديمة على أول ظاهرة فى تموج صناعة البترول ، هذه الظاهرة التى أصبحت اليوم من أبرز الظواهر تأثيرًا على أسعاره . ولقد عاش دريك مدة طويلة وهو يرقب عن كثب تطور صناعة البترول من صناعة بدائية تقريبًا إلى جنى الصناعة ولكنه مات رجلاً معدمًا فقيرًا ، ومثل هذا المصير ليس بمستغرب على الرواد .

---

(١) تبلغ سعة البرميل ٤٢ غالون والغالون ٢٠ لترًا .

## ١ ـ ٤ أهمية البترول

تبدو أهمية البترول بشكل واضح إذا ذكرنا أن إنتاج العالم اليومى منه اليوم يزيد عن ٨ مليون طن وأن إنتاجه كان يتضاعف كل عشر سنوات منذ عام ١٨٨٠ حتى بلغ عام ١٩٧٨ ، ٣٠٥٥ مليون طن ، كما أن استهلاك العالم يبلغ حوالى ٦٠ مليون برميل فى اليوم الواحد .

**( ا ) الأهمية الاقتصادية :**

إن فن سَبر البترول عبر الصخور القاسية الذى دشّنه دريك فى غربى بنسلفانيا وأدى إلى توفر البترول بكميات ملحوظة ، قد حدد بدء صناعة جديدة ، على الرغم من أن البداية ظلت متواضعة عدة قرون .

وقد اعتمدت عملية التصفية الأولى على طريقة تقطير بسيطة ، وكان البنزين الخفيف (الكيروسين) هو الجزء الوحيد الذى كان يعتقد أنه صالح للاستعمال ، ومع ذلك فقد كان على الفوانيس التى تستعمل البترول على الرغم من أنها صممت بطريقة تتلافى خطر الانفجار ، كان عليها أن تتجاوز الحملات الشديدة التى أشاعها أعداؤها .

وعلى هذا المنوال بدأت صناعة البترول فى العالم وكانت المحركات الانفجارية Internal Combus ما تزال فى عالم الأحلام .

وبدأ إنتاج البترول فى الولايات المتحدة يزداد باستمرار ولكن ببطء حتى ما بعد نهاية القرن التاسع عشر ، ثم أخذ الإنتاج يزداد بسرعة كبيرة ومتواصلة هو والصناعات الأخرى التى اعتمدت عليه فى هذه البلاد وفى أنحاء العالم الأخرى . وهكذا كبرت هذه الصناعة التى بدأت ضئيلة صغيرة عام ١٨٦٠ فى الولايات المتحدة وغيرها من بلاد العالم ، وعظمت وأصبحت تمثل اليوم استثمارات هائلة قد لا يفوقها إلا استثمارات محدودة .

والبرهان على ذلك أن إنتاجها قد ازداد من عدة براميل عام ١٨٥٩ إلى ٦٤ مليونًا عام ١٩٠٠ وإلى حوالى ٣٢٠٠ مليون فى الأعوام الأخيرة . أما من ناحية القيمة فقد احتل البترول المرتبة الأولى بين جميع السلع الهامة التى تم إنتاجها فى الولايات المتحدة سواء منها ما أنتج فى حقل المعادن أو الإنتاج الزراعى .

(ب) الأهمية الصناعية :

يعود التوسع فى إنتاج البترول بلا شك إلى تعدد استعمالات منتجاته المختلفة التى نجمت عن الاكتشافات الكيماوية والآلات والأجهزة والتجهيزات العامة التى أوجدها العلم والهندسة ، والتى كان من نتيجتها قيام حشد من الصناعات الثانوية المتصلة بإنتاج البترول .

فنى حقل المواصلات قامت صناعة نقل منظمة تبدّت فى وجود شركات منفصلة عن شركات استخراج البترول ، وقد شملت إنشاء وإدارة خطوط الأنابيب والستيرات (الخزانات) وناقلات الزيت إلخ ...

أما فى حقل التصنيع فقد قامت الصناعات التى تنتج آلات الديزل والآلات ذات الحركة الذاتية Automotive والطائرات النفاثة والكيماويات والأدوية ، بالإضافة إلى المنتجات الأخرى التى تتطلب إنشاء المصانع الكبيرة التى تحتاج إلى كثير من اليد العاملة بدءًا من اليد العاملة غير المدربة إلى اليد العاملة ذات المستوى العلمى المرتفع ، وإلى أناس ذوى خبرة ممتازة فى حقل الإدارة من مشرفين إلى كبار المنفذين .

وتضم صناعة البترول فى العالم اليوم بعضًا من أكبر الشركات ولكنها لا ترتبط بها ارتباطًا نهائيًا ، لأن هذه الصناعة تشمل بالإضافة إلى هذه الشركات الكبرى آلافًا مؤلفة من الشركات الصغرى التى يمكن أن يطلق عليها إسم الأعمال الصغيرة Small Business ، وقد أضحى هذا البناء كله بدون شك ذا صلة وشيجة فى (Fabric) آلية الحياة الاقتصادية الذى مهما كان تأثيره على فلاحها سواء كان حسنًا أو سيئًا فإن له آثارًا تنعكس على رفاهية الجميع . وقد أصبح البترول اليوم عاملاً أساسيًا لجميع أوجه الحياة فى زمن السلم وضرورة عسكرية فى أوقات الحرب .

ومع اعترافنا ببعض العوامل التى أحاطت بتطور صناعة البترول منذ أقدم العهود حتى الوقت الحاضر ومع تقديرنا للمركز الذى وصلته هذه الصناعة اليوم ، يجدر بنا أن نتساءل الأسئلة التالية :

ضمن أية شروط يوجد البترول ؟ وإلى أية عمليات يجب إخضاعه ليصبح جاهزًا للاستعمالات المختلفة التى تحتاج إليه ؟

## ٢ ـ ٤ خصائص البترول

تعني كلمة بترول حرفيًا «الصخر الزيتي» وقد أطلق عليه هذا الإسم بسبب وجود ترشحاته فى الصخور ولأن بعض الناس كانوا يعتقدون أن الزيت المترشح ينبثق من الصخور ذاتها حيث ينتج بطريقة عجيبة مباشرة داخل الصخر نفسه .

أما من الناحية التقنية فالبترول عبارة عن مزيج مؤلف من سوائل وغازات وهيدروكاربونات صلبة وتكون الغازات والهيدروكاربونات منحلة كليًا أو جزئيًا فى السائل البترولى . ونعنى بالهيدروكاربون مجموعة من المركبات تتألف بصورة أساسية من الهيدروجين والكربون المتحدين كيماويًا بنسب مختلفة . وقد يضم المزيج البترولى عددًا كبيرًا متنوعًا من الهيدروكاربون تتطلب مهارة فائقة من الكيماويين حتى يمكن لهم تمييزها أو الفصل بينها .

إن تعدد أنواع الخلائط الكبير mixtures يعطينا أنواعًا أو درجات عديدة من البترول الخام . فالزيوت الخفيفة تتصف بانخفاض نسبة الكربون وارتفاع نسب الهيدروجين فيها بينما يصح العكس تمامًا بالنسبة للزيوت الثقيلة لذلك كانت الزيوت الخفيفة كالكيروسين والنفط الخفيف بصورة عامة أغنى بالهيدروكاربونات الخفيفة من زيوت المحروقات الثقيلة . ولما كان الطلب على الهيدروكاربونات الخفيفة أكبر من الطلب على الثقيلة لذلك يمكننا القول بصورة عامة **إن قيمة البترول تزداد مع تناقص كثافته** .

ويتراوح لون البترول بين الرمادى الباهت والأسود تقريبًا ، وتكون بعض أنواعه مخضرة بينما يشبه بعضها الكهرمان . وأنواع البترول الخام الممتاز تكون ذات ألوان فاتحة ومخضرّة بينما تكون أنواعه الثقيلة ذات ألوان بنية أو سوداء .

ويصنف البترول عادة على ضوء البقايا التى تتبقى بعد تبخيره أو تصفيته فى ثلاث مجموعات رئيسية :

( ا ) البترول البرافيني .

(ب) البترول الأسفلتى .

(جـ) الزيوت المزيجة .

وتكون الأنواع البارافينية بصورة عامة أخف وأكثر سيولة من الأنواع الأسفلتية .

ويعبر عن كثافة البترول بالوزن النوعى أو ما يعادله بمقياس (بوميه Baume) وهى تتراوح بين ٠,٧٧ و ١,٠٠ ولكنها تكون بصورة عامة بين ٠,٨٢ و ٠,٩٤ . ويعترض

على مقياس الوزن النوعى المباشر بسبب ما ينجم عن القياس من كسور تهمل عند القراءة بسبب طول الأرقام ، كما أنه لا يمكن تذكرها بسهولة ، لذلك فقد تم إيجاد مقياس آخر أصلح من الأول هو مقياس (بوميه) الذى يشار فيه إلى الكثافة بأرقام بوميه لا بالوزن النوعى . وفى هذا المقياس يعادل الوزن النوعى للرقم (١٫٠٠) عشر درجات بوميه .

وتفحص الزيوت بمقياس هيدرومترى صنع أصلاً لقياس السوائل الأخف من الماء ولهذا فإن القراءات الناجمة عن القياس تعطى بأرقام صحيحة أكبر من عشرة .

وبهذا المقياس تعطى الزيوت المشابهة بثقلها للماء قراءات لا تزيد إلا قليلاً عن عشر درجات ، بينما تعطى الزيوت الأخف قراءات أعلى بكثير . ومن الناحية التجارية تسمى الزيوت الخام التى تعطى أرقامًا دون العشرين درجة بمقياس بوميه بالزيوت الثقيلة فى حين تسمى تلك التى تعطى أرقامًا تتجاوز الثلاثين درجة بالزيوت الخفيفة .

## ٣ ـ ٤ المظاهر الأساسية لتصفية البترول

لقد تم تحسين عملية تصفية البترول إلى حد كبير فى السنوات الأخيرة ، حتى أنه أصبح من المستحيل أن يشار إليها بعد اليوم بأنها مجرد عملية تقطير ، إذ أنها تحولت إلى صناعة كيماوية من الدرجة الأولى .

لقد كان البنزين فى الماضى بصورة عامة لا يدل إلا على «البنزين» ، أما اليوم فكلنا نعلم أن للبنزين درجات عدة وأن كلا منها يختلف أختلافًا جوهريًا عن الآخر .

ويجرى اليوم إنتاج أنواع عديدة من البنزين يتميز كل منها بنوعية محددة . والغرض من ذلك تأمين المحروقات الملائمة للمحركات التى تعمل فى ظل شروط ميكانيكية ومناخية مختلفة .

وقد أدخلت تحسينات عدة على عمليات تكرير البترول للحصول على منتجات ذات نوعية عالية . كما جرى تقدم كبير فى سبيل الاستفادة استفادة أكبر من الزيوت الخام التى كانت تعتبر غير مرغوب بها فيما مضى . وقد أصبح اليوم بالإمكان تحويل الزيوت الثقيلة إلى زيوت خفيفة بواسطة عملية التجزئة Cracking أو الهدرجة Hydrogenation أى المزج بالهيدروجين والمعالجة به .

وإن المبدأ الأساسى الذى تستند إليه العملية الأولى هو تجزئة الجزئيات الكبيرة إلى جزئيات أصغر وأخف .

أما فى العملية الثانية فيعمد إلى تسخين الزيت تحت الضغط بوجود الهيدروجين الحر . وبهذه الوسيلة تزداد نسبة الهيدروجين إلى الكربون ويتحول البترول الثقيل إلى بترول أخف وبذلك تزداد كمية البنزين التى يمكن الحصول عليها .

ومن ناحية أخرى فإن بعض الزيوت الخام توجد متحدة مع غازات تعرف بالغازات الرطبة wet gases لذلك تكون خفيفة جدًا لا تصلح للاستعمال العملى ، وفى هذا النوع من الزيوت تبرز مشكلة تخفيض نسبة الهيدروجين إلى الكربون وذلك لتصنيع منتجات أثقل إلى حد ما . وقد أمكن الوصول إلى تحقيق هذا الغرض بواسطة طريقة البلمرة (1) Polymerization .

وقد أدت هذه العمليات فى جميع الحالات إلى زيادة نسبة ما يمكن الحصول عليه من بنزين هذا الناتج الذى يتميز بكثرة الطلب عليه . وبواسطة هذه الوسائل وأمثالها من وسائل تحسين التكرير تضاعفت نسبة ما يمكن الحصول عليه من بنزين خلال العقدين أو العقود الثلاثة الماضية ، ولولا أنه قد تم إيجاد هذه الوسائل لكنا اليوم نواجه نقصًا فى كميات البنزين التى يحتاج إليها العالم بغض النظر عن الزيادة الكبيرة التى طرأت على إنتاج البترول الخام .

ولكن هذه العمليات ليست بذات أهمية إقتصادية فى الوقت الحاضر على الأقل فى بلاد الشرق الأوسط التى تعانى فيضًا فى البنزين ونقصًا فى المنتجات الثقيلة .

وقد أصبح البترول بسبب تحسين تقنية التكرير مادة خام أساسية للعديد من المنتجات الكيماوية التى تتراوح بين مادة الأسفلت والمنتجات الطبية .

ولا يوجد بين هذه النواتج ما هو أهم بالنسبة للصناعة من الشحوم والزيوت . حتى أن بعض العلماء شغلوا بالخوف من نقصان Shortage الزيوت التشحيمية أكثر من اهتمامهم بمحروقات المحركات . وذلك لأنه إذا قدر لاحتياطى البترول الخام أن ينفذ فإن الحصول على المحروقات السائلة أمر ممكن من المنابع الأخرى غير البترول ويبدو أن هذه المشكلة أسهل حلاً من مشكلة الحصول على مواد تزييت ممتازة .

ولقد نجحت صناعة التكرير نجاحًا مدهشًا فى تحضير الزيوت من البترول لمواجهة

---

(١) خصائص الأجسام التى تختلف فى وزنها الجزئى ، على الرغم من تشكلها من نفس العناصر وبنفس النسب Proportions.

حاجات معظم نماذج الآلات . وإن فعالية efficiency الآلات الحديثة المستعملة فى الصناعة والزراعة والنقل يجب أن تعزى على مقياس واسع إلى النوعية الممتازة للزيوت المتوفرة اليوم .

## ٤ ـ ٥ أشكال وجود البترول . أصله والحصول عليه

**( ا ) أشكال وجود البترول :**

يوجد معظم البترول فى العالم ضمن الصخور الرسوبية ، فى فراغات المسام الدقيقة التى توجد بصورة خاصة فى الرمال والصخور الرملية والصخور المتشابكة أو الكونغلوميرا والحجر الكلسى (الجيرى) . وقد تضم الصخور الصفاحية Shales والغضارية بعض الزيت إلا أن كتمانها التام يجعل عملية استخراج الزيت منها أمرًا صعبًا .

ولعل الصخور الرملية المنفذة التى تتميز بنسيج مفتوح open-texture أكثر الصخور خزنًا للبترول على الرغم من أنه قد تم الحصول فى حالات عديدة على إنتاج ممتاز من الصخور الكلسية المتكهفة Cavernous أو ذات المسام .

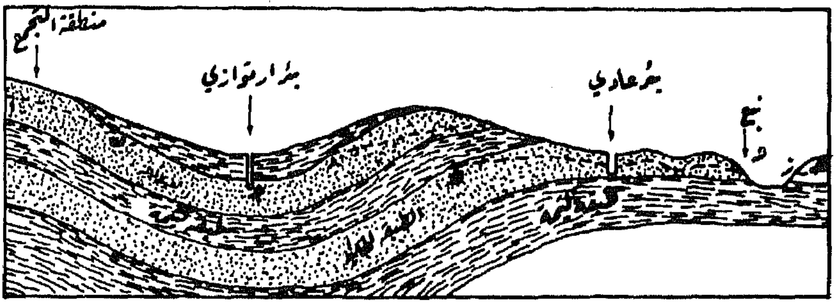
وقلما يوجد البترول فى الصخور الاندفاعية . ولقد جرى إثبات واقعة هجرة البترول من الصخور الرسوبية المجاورة إلى الصخور الاندفاعية فى عدد على الحالات المعروفة . أما الصخور المتحولة فلا يمكن أن تكون مصدرًا للبترول ذلك أن الحرارة والضغط الشديدين اللذين تعرضت لها هذه الصخور كان كافيًا لتدمير أى زيت قد يكون موجودًا فى هذه الصخور .

وعلى هذا فإن الصخور الرسوبية وبصورة خاصة تلك التى ترسبت فى محيط بحرى ضحل هى أحسن منابع البترول . وكلما ازداد سمك التكوينات الرسوبية كلما ازدادت فرص وجود البترول والغاز فى مكان ما من هذه الصخور ، حتى أننا قد نجد فى بعض المواقع الممتازة طبقتين أو ثلاث وحتى أربع طبقات أو أكثر تحتوى على الزيت بكميات تجارية . وتدعى أمثال هذه الطبقات بآفاق الزيت Oil Horizons.

ولا يتجمع الزيت والغاز بأحجام مقبولة عادة فى الصخور المستوية ولكن معظمه يتجمع فى الطبقات الأرضية المصابة بتشوش قليل أو كثير ، أى فى الطبقات الصخرية المصابة بطى أو تصدع بسيطين حيث تتشكل البنى المعروفة بوجود البترول . ولعل أكثر

مناطق وجود التجمعات البترولية هى المحدبات الأرضية Anticlinal (شكل ١٩) .

وفى مثل هذه النماذج البنائية يكون الغاز فى ذروة المحدب ، بينما يتجمع البترول فى الأطراف العليا (انظر الشكل ١٩) والمياه فى الأطراف الدنيا وهذا تبعًا لكثافة هذه المواد ، وهذا التسلسل فى التطبق هو تطبق نموذجى نجده فى معظم الطبقات الحاوية على البترول .



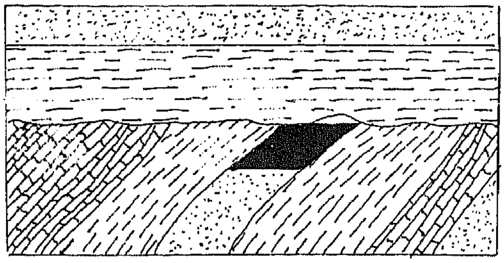

شكل (١٩) محدب بترولى

لكن الغاز المرافق للبترول قلما وجد حرًا فى ذروة المحدب ، وحتى عندما يكون البترول محصورًا بواسطة ضغط الطبقات التى فوقه فإن الغاز المرافق له يكون فى أكثر الحالات منحلاً فى السائل البترولى الموجود فى فراغات الصخور التى تحتوى عليه . إلا أن الشيء السائد هو وجود البترول سابحًا فوق المياه المحصورة .

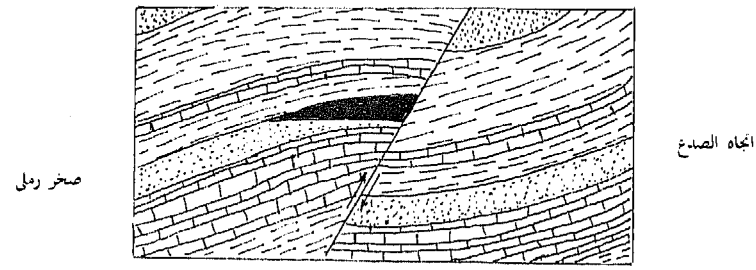
أما الشروط البنائية الضرورية لوجود البترول فهى :

أولاً : وجود طبقات بتروليفية ينتج عنها البترول .
ثانيًا : وجود صخور خازنة ذات مسام منفذة تساعد على تراكم ذرات الزيت والغاز .
ثالثًا : غلاف صخرى كتيم يحول دون هرب أو تشتت البترول والغاز .

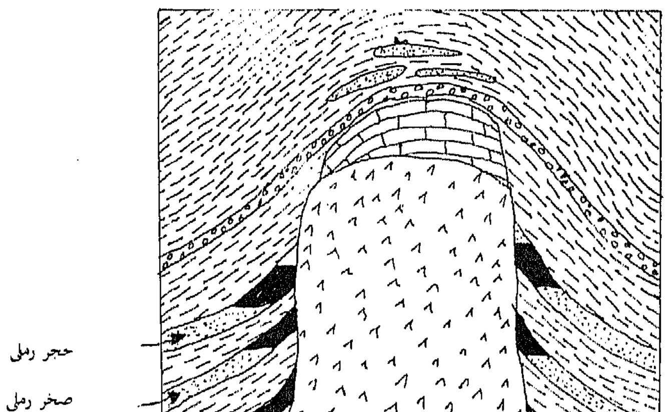
وتشكل الصخور الخازنة للبترول والمستورة بغلاف صخرى كتيم ما يدعى بمحابس (مصائد) البترول Oil Traps ولا تقتصر هذه المحابس على المحدبات فحسب إذ قد نجدها ضمن شروط بنائية متنوعة . والأشكال رقم ٢٠ ـ ٢١ ـ ٢٢ التالية توضح ما أشرنا إليه



شكل (٢٠)
بنية متخالفة




شكل (٢١)
محبس بترولي ناجم عن صدع .



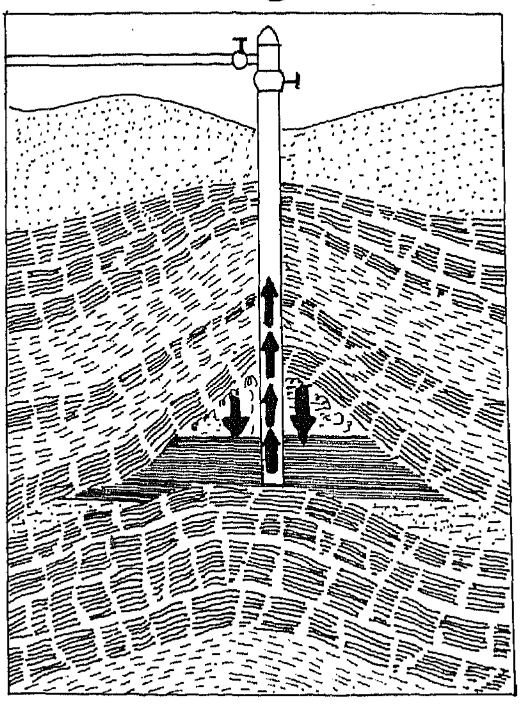

شكل (٢٢) قبه ملحية

(ب) أصل البترول والحصول عليه :

يظن أن مزيج الهيدروكاربون المعروف بالبترول هو من أصل عضوى ، وأنه قد نشأ عن تحلل العضويات المجهرية ذات الطبيعة الحيوانية والنباتية . وهو يوجد عادة فى الفراغات المسامية فى الصخور حيث تكون البنية موافقة لإيجاد محابس (مصائد) تتراكم فيها القطيرات الدقيقة التى لا تتمكن من الهرب بسبب وجود طبقة صخرية كتمية لا تسمح لهذه القطيرات أن تنفذ منها .

وبما أنه لا توجد «أنهار من الزيت» لذلك كان لابد لنا من إيضاح الكيفية التى تصبح بها الآبار البترولية منتجة ، بدءًا من الآبار البطيئة الإنتاج بواسطة المضخات إلى الآبار المتدفقة التى تلفت النظر ، وكذلك كيف يمكن الحصول على الزيت من ملايين الفرجات الداخلية التى توجد فى الصخور الخازنة للبترول .

وعلى الرغم من أنه يتحتم على الإنسان غالبًا أن يعمد إلى استخراج الزيت إلى سطح الأرض بالمضخات ، إلا أن الطبيعة أحيانًا تساعده بواسطة قوى لا بأس بها هى الضغط الذى يساعد على دفع البترول إلى السطح (شكل ٢٣).



شكل (٢٣) رسم ايضاحى يبين كيف يمكن للضغط الغازى فى أعلى المحدب دفع البترول إلى أعلى كبئر ارتوازى

وينجم هذا الضغط إما عن طريق الماء أو الغاز المحصورين مع البترول فى المحدبات البترولية . فالماء الذى يوجد فى بنية بترولية قد يكون أحياناً مصاباً بضغط ارتوازى لذلك فإنه يدفع بالزيت الذى يسبح فوقه بسبب خفته إلى سطح الأرض .

وفى كثير من الأحيان قد يصل الحفر الذى يتم بحثاً عن البترول إلى الطبقة المائية فيتدفق الماء بدل الزيت خاصة إذا زاد عمق الحفر عما يجب أن يكون عليه (شكل ١٩) . ولكن منشأ معظم الضغط الذى يساعد على استخراج البترول من آباره يأتى من وجود الهيدروكاربون المتحول إلى غاز ، فإذا حفرت بئر بالقرب من قشرة المحدب البترولى أى حيث يوجد الغاز حرًّا فوق الزيت اندفعت نافورة غازية ، أما إذا حفرت البئر ووصلت إلى الجزء الحاوى على الزيت ، فإن ضغط الغاز الموجود فوق الزيت يساعد على إيصال البترول إلى سطح الأرض (انظر شكل ٢٣) .

وإذا كان الغاز منحلاً بالسائل البترولى ، كما هو فى بعض الحالات فإن حفر البئر يؤدى إلى إيجاد فتحة فى القشرة الأرضية تخفف الضغط داخل المحدبات البترولية التى تضم البترول ، فلا يلبث هذا الغاز المنحل أن يتمدد ويضغط بشكل قوى على محتويات المحدب من البترول فتخرج متدفقة من فوهة البئر بشكل يشبه السيل . ويستمر تدفق البترول إلى أن ينتهى ما كان يحتوى عليه المحدب من غاز منحل .

ومن الواضح أن إبقاء ضغط الغاز قويًّا داخل البئر البترولية أطول مدة ممكنة أمر مهم جدًّا . ولكن ضبط الضغط يتطلب تحديد التدفق المبكر إلى أقل حد ممكن حتى يمكن للآبار أن تعمل بكامل استطاعتها . وينتج عن طوال عمر البئر تدفق أثبت وبذلك يمكن زيادة المستخرج من البترول إلى أقصى حد ممكن .

إن إدارة علمية واعية لآبار البترول المنتجة التى تتمكن من توفير ضغط غازى كبير تستطيع أن تستخرج بصورة عامة أكثر من ٥٠٪ من البترول الموجود فى هذه الآبار ، وفى بعض الأحيان قد يصل ما يمكن استخراجه من هذه الآبار إلى ٨٠٪ من الكمية الموجودة ، فى حين أن إدارة متهورة قد لا تستطيع استخراج إلا ١٠ أو ٢٥٪ من البترول الموجود فى الطبقات الأرضية .

**(جـ) الحاجة إلى حفظ الثروة البترولية :**

يفترض لحفظ أى مورد اقتصادى استعمال هذا المورد بحكمة ، وبمعنى آخر أن يتفادى

أثناء استغلاله كل هدر ممكن . وينجم الهدر فى صناعة البترول عن الأنانية والجهل ووجود إدارة غير علمية تقوم على الاستغلال ، مما يؤدى إلى إصابة المجتمع بخسارة كبيرة بالإضافة إلى تأثيره على الثروة الوطنية .

إن ما يستغل من بترول سنويًا يعنى نقصان المخزون منه فى باطن الأرض ، لذلك يجب ألا يغيب عن الذهن أن البترول مورد طبيعى لا يعوض .

وفى حين يبدو صحيحًا من الوجهة الإحصائية أن موارد البترول المؤكدة Proved resources قد وصلت أعلى رقم لها عام ١٩٧١ فى الولايات المتحدة ، على الرغم من عظم الاستغلال خلال فترة الحرب وما قبل الحرب ، إلا أن هذا الأمر لا يفترض بالطبع ازدياد الاحتياطى الفعلى Actual reserve بل إن الأمر على العكس ، إذ أن هذا الاحتياطى كان أعلى بكثير عندما احتفر دريك أول بئر بترولية عام ١٨٥٩ منه فى أى وقت تلى . وعن طريق تحسين طرق السبر الاستكشافى وتحسين تقنية الإنتاج ازدادت المعرفة المتعلقة بمخازن البترول المتوفرة تحت الأرض . وبهذه الطريقة ازدادت الكميات المقدرة بأسرع مما ازداد الإنتاج ، وبنتيجة ذلك ازدادت كميات الاحتياطى المؤكد التى لا تزال متوفرة ، مع أن الاحتياطى الفعلى قد أخذ يتناقص مع غروب شمس كل يوم .

وللأسباب المنوه عنها أعلاه فإن ثمة واجب يجابه كل مواطن من مواطنى البلاد المنتجة والمستهلكة للبترول وهو المحافظة عليه قدرما أمكن وذلك لأن البترول الذى حضرته الطبيعة مورد لا يقدر بثمن ولا يمكن الاستغناء عنه بالنسبة للعالم الحديث سواء فى أيام السلم أو الحرب .

وإن تحسين تقنية الإنتاج ستجعل من الممكن زيادة المحصول النهائى ، ولكن لابد من أن تعانى كل بحيرة بترولية أو حقل أو مقاطعة بترولية بالضرورة إنخفاضًا فى إنتاجها بعد زمن معين وبالتالى نفاد بترولها بسبب هذا الاستغلال الكبير ، والهدر بأى شكل كان يقرب من نهايتها .

وأكبر أشكال الهدر تأثيرًا على الثروة البترولية عرفها الإنسان حتى الآن ، هى ترك الغاز يذهب دون أن يستفاد منه بشكل ما ، وقد كان هذا سائدًا فى معظم حقول الزيت فى العالم منذ زمن بعيد ، كما أنه لا يزال موجودًا فى عدد كبير من الحقول البترولية البعيدة عن مراكز الاستهلاك الرئيسية . (مثال الغاز الذى يحرق فى السعودية والكويت دون الاستفادة منه) . وإن أهمية إستعمال الغاز كعامل مساعد على إنتاج الزيت التى أضحى يدركها صناع




شكل (٢٤) مناطق البترول فى انكلو امريكا

الماء ، وذلك لتخلل الحفر بعض الطبقات البترولية أو الطين البترولى ، ولكن الباحثين عن الماء كانوا يعتبرون ظهور البترول بدل الماء من سوء حظهم ، لأن ظهوره كان يحطم أملهم فى الحصول على مياه صالحة للشرب . وكان سبب اعتبارهم هذا قلة المعلومات التى كانت متوفرة آنذاك عن البترول وفوائده .

وتغير الوضع مع نجاح البئر الذى اكتشفه « دريك » عام ١٨٥٩ وبدأ الناس يتزاحمون على حفر الآبار بحثًا عن البترول ، حتى أنتجت الآبار الزائدة بين عام ١٨٥٩ و ١٨٦٠ كميات من البترول لم يعرف لها نظير من قبل . ومع انتهاء عام ١٨٦٠ كانت الآبار المنتجة للبترول قد وصلت إلى حوالى ٧٤ بئرًا منتجة ، بلغ إنتاجها اليومى حوالى ١٢٠٠ برميل . ثم تم تجهيز أول بئر بترولية يتدفق منها البترول دون ضخ فى أواخر عام ١٨٦١ وبدأ بإنتاج ثلاثة آلاف برميل يوميًا . ولم تكن مثل هذه النتائج متوقعة من قبل . ومع هذا الإنتاج بدأ الناس يصدقون العجائب . ومن هذه البئر انطلقت الشرارة الأولى وابتدأ الناس يقبلون بجنون على شراء قطع من أراضى المنطقة بغية حفر آبار بترولية فيها . إلا أن هذه الشرارة لم تدم طويلاً

البترول أكثر من ذى قبل قد أدت إلى إدراج نصوص خاصة لحفظ الغاز فى قوانين الحفظ التى اعتمدتها كثير من البلاد .

وثمة أوجه أخرى للحفظ يجب على جميع المواطنين الاهتمام بها من مثل استعمال الآلات ذات الاحتراق الداخلى Internal combustion التى تتميز بكفايتها المرتفعة ، وتجنب الضياع الذى ينجم عن طريق رشح أو تبخر البترول من الخزانات وأثناء النقل .

## ٥ ـ ٤ التوزيع الجغرافى لإنتاج البترول فى أمريكا الشمالية

تنتشر حقول البترول فى البلاد الأمريكية الثلاثة أى كندا والولايات المتحدة والمكسيك ، ولكن أوسعها فعلاً هى حقول الولايات المتحدة الأمريكية . وإن أحسن طريق لدراسة التوزع الجغرافى للبترول فى أمريكا الشمالية هو دراسته على أساس المناطق لا على أساس الدول والولايات ، أى على أساس صفات عامة تختص بها كل منطقة على حدة ، وكل منطقة من المناطق المنوه عنها تشمل عدداً كبيراً من الحقول المعروفة .

وأشهر حقول البترول فى المنطقة هى حقول شرقى تكساس وهو أهم حقل فى الولايات المتحدة إنتاجاً ، يليه حقل برادفورد ـ الليغانى وهو أول حقل تم استثماره فى هذه البلاد ، ثم حقل لونغ بيتش بالقرب من لوس انجلوس وهو ثانى حقل من حيث الإنتاج يليه حقول شوفلتوم فى أوكلاهوما وولينغتون فى كاليفورنيا وياتس فى تكساس إلخ ... ويشمل كل حقل من هذه الحقول عدداً صغيراً أو كبيراً من بحيرات الزيت .

### ( ١ ) المنطقة الأبلاشية :

كانت هذه المنطقة أولى المناطق التى تم استخراج البترول فيها على نطاق تجارى ، وتمتد من جنوبى غربى نيويورك عبر بنسلفانيا إلى شرقى أوهايو ومن ثم جنوبا حتى ولاية تنيسى (شكل ٢٤) .

ولقد عرف البترول منذ القديم فى هذه المنطقة ، حيث كانت الترشحات تظهر على أطراف أودية بعض المجارى المائية . وقد استطاع الهنود الحمر الذين كانوا يستعملون البترول ، كدهون لبعض الأمراض ولأغراض طبية أخرى ، أن يحصلوا عليه بجمعه من فوق المياه . وكذلك استعمل البيض الذين قدموا إلى هذه المنطقة نفس الطريقة للحصول عليه . إلا أن البترول كان يظهر أحياناً فى بعض الآبار التى يحاول الناس حفرها بحثاً عن

بسبب إغراق السوق بالزيت وانخفاض سعر البرميل الواحد من أكثر من ٢٠ دولارًا إلى الصفر تقريبًا ، حتى أن آلاف البراميل بيعت بحوالى ٥ سنتات للبرميل الواحد .

وهكذا لم يكد يمضى على اكتشاف البئر الأول ثلاث سنوات حتى عانت صناعة البترول الفتية فترة ازدهار وفترة كساد ، ولكن هذه الصناعة ما لبثت أن ثبتت بعد ذلك وبقيت بنسلفانيا لسنوات عديدة المركز الرئيسى لتموين الصناعات المتزايدة بمادة البترول . إذ وصل الإنتاج عام ١٨٩١ إلى ٣١ مليون برميل ، ثم انحط هذا الإنتاج بسبب تضاؤل ماكان فى الآبار المستغلة من بترول .

ولكن مجموع الإنتاج لم يلبث أن ارتفع مرة أخرى عام ١٩٤٣ حتى تجاوز ٣٥ مليون برميل ، وذلك بسبب تحسين طرق الاستغلال كالحفر العميق وطرق الضخ واكتشاف بحيرات بترولية جديدة فى الجزء الجنوبى من المنطقة .

وتشتهر المنطقة الأبلاشية بطول حياة آبارها وثبات إنتاجها النسبى . ولكن الاتجاه يبدو فى انخفاض كميات الإنتاج ببطء . ولا يعلم إنسان كم من الزمن ستبقى هذه المنطقة متمتعة بميزتها هذه ، إلا أن نفاد البترول نهائيًا بغير شك من هذه الآبار أمر محتوم .

وبترول المنطقة الأبلاشية عمومًا ذو نوعية ممتازة ، إذ تتراوح درجته بين ٤٠ ـ ٤٥ درجة بوميه فى القسم الشرقى من المنطقة وبين ٣٠ ـ ٣٥ درجة بوميه فى الأجزاء الغربية . وهو من النوع البرافينى يتصف بانخفاض نسبة فضلاته residue ، كما أنه خال من الكبريت ، سهل التصفية والتكرير غنى بالمواد الخفيفة بالإضافة إلى جودة المواد التشحيمية التى تتبقى بعد تكريره .

وقد أعطت هذه الخصائص بترول المنطقة شهرة فى طول البلاد وعرضها حتى أصبح البترول الموصوف بالبترول البنسلفانى علمًا يدل على أجود أنواع الزيت فى العالم . وقد زاد من ثمنه جودته المرتفعة وقربه من مراكز التسويق الكبرى ، حتى أنه يعتبر من أعلى أنواع البترول الخام ثمنًا فى الولايات المتحدة .

**(ب) منطقة شمالى شرقى إنديانا ـ الأوهايو :**

تمتد هذه المنطقة باتجاه جنوبى غربى عمومًا ، قريبًا من النهاية الجنوبية لبحيرة إيريه Eric إلى إنديانا الشرقية ، وهى تقع جملة على الأطراف الغربية لمحدب سنستاتى الذى يفصلها عن المنطقة الأبلاشية فى الشرق .

وقد بدأ الاستغلال هنا منذ عام ١٨٨٤ ووصل قمته فى أوهايو عام ١٨٩٦ وفى إنديانا عام ١٩٠٤ ، ثم ساد بعد ذلك انخفاض فى الإنتاج ولم يعد منذ ذلك التاريخ إلى ما كان عليه .

وبترول هذه المنطقة من النوع البرافينى الذى يتميز بخفته الكبيرة ، إذ تتراوح كثافته بين ٣٠ ــ ٣٥ درجة بومية ، ومع ذلك تصعب تصفيته إلى حد ما بسبب ما يحتوى عليه من كبريت . إلا أن استعمال الطرائق المحسنة فى التصفية قد مكنت من تجاوز هذه العقبة إلى حد بعيد .

وبغض النظر عن موقع هذه المنطقة الممتاز وعن نوعية زيتها الجيدة ، فإن الأسعار التى يباع بها هذا الزيت وهو خام عمومًا أدنى بكثير من أسعار البترول المستخرج من منطقة الأبلاش .

ولكن على الرغم من أنه يتوقع دوام الإنتاج على نطاق تجارى لعدد آخر من السنين يبدو أن إمكانيات الإنتاج قد أضحت معروفة تمامًا وذلك لأن هذه المنطقة تعرضت وما تزال إلى استغلال كثيف ، لهذا فإن جميع الدلائل تشير إلى أنه لابد من أن تتعرض المنطقة إلى انخفاض إنتاجها فى المستقبل القريب ، أما نفاد البترول التام فهى مسألة وقت قصير نسبيًا .

**(جـ) منطقة ميشيغان :**

لم تأت إحصائيات الولايات المتحدة على ذكر هذه المنطقة قبيل عام ١٩٢٥ على الرغم من استغلال بعض البترول فيها قبل هذا التاريخ . وقد ازداد الإنتاج السنوى بين عام ١٩٢٥ ــ ١٩٢٩ من ٤٠٠٠ برميل إلى أكثر من ٤,٥ مليون برميل . وقد استمرت حدة هذه الزيادة حتى عام ١٩٣٩ عندما وصل الإنتاج إلى قمته أى إلى ٢٣,٥ مليون برميل . وقد ثبت هذا الإنتاج عدة سنوات ولكنه أضحى اليوم أقل من ذلك بكثير .

ومن استقراء الإحصاءات المتوفرة عن هذه المنطقة ، يبدو أنها لم تصل فى إنتاجها إلى ما وصلت إليه بقية المناطق فى الولايات المتحدة .

**( د ) منطقة اللينوا ، جنوب غربى انديانا :**

تقع معظم المنطقة المنتجة للبترول فى ولاية اللينوا فى القسم الجنوبى من هذه الولاية .

ويمتد حقلها البترولى إلى الأجزاء المجاورة لهذه الولاية فى إنديانا وكانتوكى . وقد بدأ إنتاجها بألف برميل عام ١٨٨٩ ثم ازداد بسرعة حتى وصل إلى ٣٣ مليونا عام ١٩١٠ ، وبدأ بعد ذلك ينخفض ببطء حتى وصل إلى أقل من ٥ ملايين برميل عام ١٩٣٥ ، ولكن إكتشاف حقول جديدة إلى الغرب والجنوب من الحقول القديمة فى اللينوا أدّى إلى تزايد ملحوظ فى الإنتاج حتى وصل إلى ١٥٢ مليون برميل عام ١٩٤٠ .

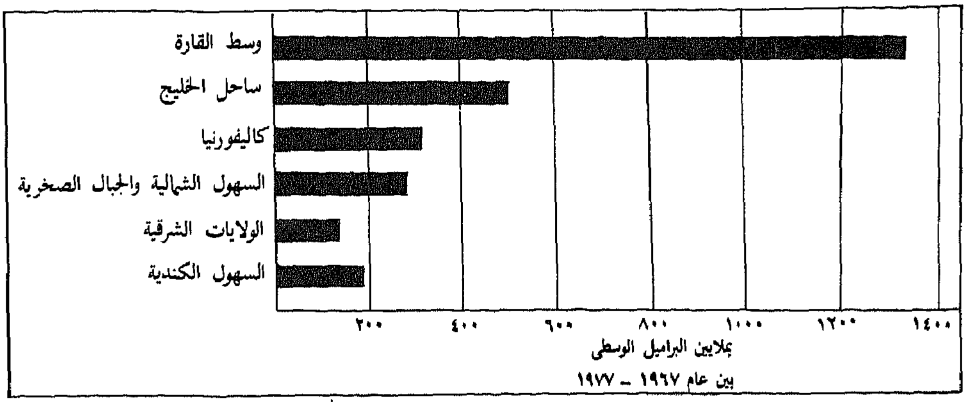
ومعظم بترول اللينوا من النوع البرافينى الذى تزيد كثافته على ٣٠ درجة بوميه ، وهو حر من الكبريت تسهل تصفيته ، ولكن ضآلة نسبة البنزين الطبيعى فيه (التى تتراوح بين ١٥ و ٢٠٪) تجعل أسعار الخام منه أقل مما يتوقع لزيت بهذه الكثافة .

**(هـ) منطقة وسط القارة :**

لقد وصلت حقول المناطق الأربعة المذكورة آنفاً منذ زمن بعيد إلى درجة الإنهاك ، بشكل أصبح معه إنتاج البئر الواحد فيها رغم ثبات الإنتاج منخفضاً جداً ، كما أن استخراج الزيت من معظمها قد أضحى يحتاج إلى ضخ وهذا يزيد من تكلفة إنتاجها ، وإن مجموع إنتاج هذه المناطق الأربعة هو فى الحقيقة أقل من نصف الإنتاج الحالى لولاية كاليفورنيا وكذلك أقل من نصف إنتاج ولاية لويزيانا ويزيد قليلا على إنتاج ولاية يومنغ الحديثة الإستغلال .

ومنطقة وسط القارة التى تم استغلالها حديثاً أوسع بكثير من مجموع المناطق الأربعة السالفة الذكر ، وهى تهيمن اليوم على الإنتاج الأمريكى ، وتعتبر هذه المنطقة فى الحقيقة ، من أكبر وأعظم مناطق العالم إنتاجاً للبترول ، وهى تضم بالإضافة إلى منطقة وسط القارة جميع الحقول المنتجة للبترول التى تمتد من قرب مدينة كانساس باتجاه الجنوب عبر ولاية كنساس وأوكلاهوما إلى تكساس ومن ثم تتجه شرقاً عبر لويريانا الشمالية وجنوبى كنساس إلى المسيسبى الجنوبى والاباما .

وأهم حقول هذه المنطقة هى حقول كنساس الوسطى واوكلاهوما وتكساس والمناطق المكتشفة حديثاً فى غربى تكساس وجنوب شرق نيومكسيكو وجنوب تكساس . وقد بدأ الإنتاج على نطاق تجارى فيها حوالى عام ١٩٠٦ وأخذ يزداد منذ ذلك التاريخ بثبات سنة بعد أخرى ولكنه لم يصل إلى القمة حتى اليوم (شكل ٢٥) .




**شكل (٢٥) مناطق إنتاج الزيت الخام الرئيسية فى انكلو أمريكا**

وتنتج منطقة وسط القارة عملياً الزيت بدرجاته المختلفة ، بعضه من النوع البرافينى وبعضه من النوع الأسفلتى والباقى مزيج . وفى حين يكون بعضه مماثلا فى وزنه للماء ، نجد أن بعضه الآخر خفيف وممتاز كما هو حال بترول بنسلفانيا .

وإن التعقيد فى الشروط البنائية واختلاف مصادر الأصل وامتداد المنطقة الكبير كلها مسؤولة إلى حد ما عن التباين الملحوظ فى أشكال وجود البترول وأنواعه وجودته . فالبترول المستخرج من الآبار الضحلة جنوب مدينة كنساس مثلا هو من النوع الأسفلتى الثقيل الذى يضم نسبة ضئيلة من البنزين ، كما أنه ذو قيمة ضئيلة من ناحية الاستفادة من بقاياه للزيوت . بينما نجد أن البترول المستخرج من الرمال العميقة فى كانساس أو فى أوكلاهوما خفيفاً تتراوح كثافته بين ٣٥ ـ ٤٤ درجة يوميه ويحتوى على نسبة مرتفعة من البنزين الطبيعى ومواد الزيوت الخفيفة منه . ومثل هذا التنوع فى النوعية تؤثر فى مدى (إختلاف) سعة أسعار بترول هذه المنطقة .

وتشتهر هذه المنطقة بالتباين الواسع فى فوائد رؤوس الأموال المستثمرة . وبما أن هذه المنطقة هى ملتقى الشرق بالغرب والشمال بالجنوب فمن الطبيعى أن توظف رؤوس الأموال الآتية من هذه الجهات فى تلك المنطقة . ونتيجة لذلك نجد أن عدد الشركات التى تعمل على إستخراج الزيت هنا أكبر منه فى أية ولاية أو منطقة أخرى فى الولايات المتحدة .

وهذه الشركات تتباين فى شهرتها فبعضها معروف فى جميع أنحاء العالم وبعضها الآخر صغير يملكه عدد من الأفراد فى بعض المدن المتوسطة أو الصغيرة . وعلى عكس مما يظن

الناس ، لا نجد فى هذه المنطقة أى إحتكار من أى لون فالإنتاج والنقل والتصفية والتسويق جميعاً تقوم على أسس المنافسة ، والاتفاق الوحيد بين هذه الشركات على إختلاف أنواعها هو الاتجاه نحو تحديد كميات الإنتاج لتتوافق مع طلبات السوق . وتخضع هذه الاتفاقيات للمراجعة من قبل سلطات الولاية المختصة وكذلك من قبل الحكومة الوطنية على أساس أنها اتفاقات طوعية .

ولقد دفع استمرار فيض الإنتاج ، فى الولايات المتحدة خلال فترة سنوات ، العديد من أصحاب هذه الشركات إلى تفضيل المراقبة الطوعية على إنتاجهم على إعتبار هذه المراقبة أداة لحفظ الثروة البترولية ، وبينما كان من الممكن أن تثير أية محاولة إجبارية لتحديد الإنتاج فيما مضى إحتجاجاً كبيراً فى العديد من المقاطعات ، فقد أقنعت التطورات الحالية الناس أن تحديد الإنتاج بكميات معقولة تكفى الطلب يمكن أن تؤمن لجميع العاملين فى هذه الصناعة رفاههم وأن الاستمرار فى الاستغلال الواسع وبمعدل يفيض عن إستيعاب السوق هو عملية إقتصادية موهنة لهذه الشركات ومهدرة لمورد طبيعى هام .

وعلى حين تستطيع هذه المنطقة أن تنتج أكثر مما تنتجه اليوم بكثير من آبارها المعروفة المؤكدة نجد أن احتياطى للبترول فيها محدود . ولكن من المؤكد أن تبقى هذه المنطقة أولى المناطق إنتاجا للبترول فى الولايات المتحدة ولمدة طويلة ولكن المقدار الفعلى للاحتياطى لا بد وأن يتناقص بالضرورة بفعل تزايد الاستثمار .

إن إنتاج الزيت هو نشاط تعدينى والمستخرج من باطن الأرض لا يعوض ، ومع الزمن لا بد وأن تواجه هذه المنطقة أيضاً إنخفاضاً فى الإنتاج .

**( و ) منطقة ساحل الخليج :**

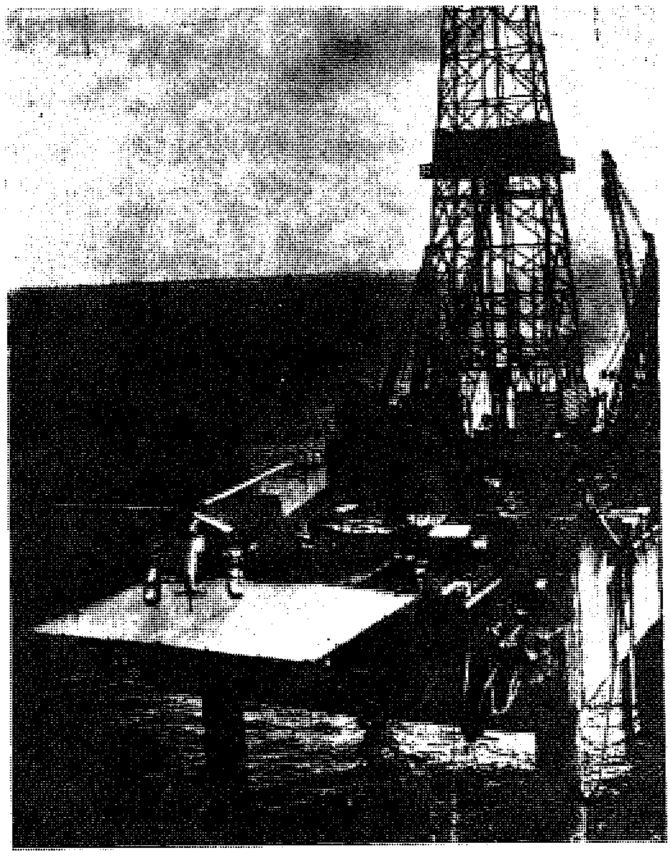
تشمل هذه المنطقة الحقول المنتجة المشرفة على طول الساحل فى كل من تكساس ولويزيانا وإلى الشرق جنوب المسيسبى وجنوب غربى ألاباما . ولقد كان من السهل فيما مضى الفصل بين هذه المنطقة ومنطقة وسط القارة التى تقع بعيداً عن الساحل ، إلا أن هذا الفصل قد أصبح من المتعذر اليوم وذلك بسبب تداخل حقول المنطقتين عملياً .

ولقد بدأ الإنتاج التجارى فى هذه المنطقة منذ عام ١٩٠١ ووصل إلى أولى قممه عام ١٩٠٥ ثم انخفض وعاد إلى الإرتفاع عدة مرات . ولكن مما يمكن الإطمئنان إليه هو إمكانية استمرار الإنتاج الهام مدة طويلة (انظر شكل ٢٨) .

١

وإن معظم بترول هذه المنطقة يوجد مترافقاً مع القباب المحلية ولذلك فقد بدأت الاكتشافات الأولى عن طريق سبر القباب المنخفضة التى كانت تبدو كتلالاً ترتفع بضعة أقدام فوق السهل المنبسط المحيط بها .

أما فى السنوات الأخيرة فقد تمت زيادة الإنتاج عن طريق التنقيب عن القباب المدفونة التى لا تظهر على السطح الطبوغرافى . وقد نجحت طرق البحث الجيوفيزيائية المحسنة نجاحا كبيراً بل تاما فى تحديد مواقع مثل هذه البنى وبذلك نشطت الدراسة العلمية لطبقة ما تحت التربة وما زالت فى طريق التقدم (انظر شكل ٢٦) .



**شكل (٢٦) عمليات استغلال البترول فى مياه خليج المكسيك**
**لقد استعملت حتى طائرات الهليكوبتر فى عمليات الاتصال مع البر .**

ومعظم ما ينتج من بترول خام فى هذه المنطقة هو من النوع الثقيل والأسفلتى وهو من أنواع البترول التى تتميز بانخفاض قيمتها لأعراض التصفية إذا ما قورنت مع الزيوت الخفيفة التى تنتشر فى شمالها . كما أن بعض بترولها يحتوى على نسبة ضئيلة محدودة من البنزين الطبيعى ، بينما ترتفع فيه نسبة البقايا والكبريت ، إلا أن بعض أنواعه ذات أهمية كبرى لصناعة الزيوت الثقيلة التى تستعمل فى التجارب بالطريقة الباردة أو على البارد لذلك كانت أسعارها تعتمد على ما تحتوى عليه من مادة زيتية أكثر من إعتمادها على ما تحتوى عليه من بنزين .

ولقد مكنت طرق الكرا كينغ المحسنة التى تم استعمالها فى السنوات الأخيرة من الاستفادة من البترول بواسطة التقطير بشروط الضغط المرتفع ، مما أعطى قيمة جديدة لمثل هذه الزيوت كمصدر للبنزين ، ويستعمل بترول الخليج عموماً نظراً لثقله كمحروقات للسفن التى تتمون به على شاطىء الخليج .

وقد بينت أعمال التنقيب التى جرت فى المياه الضحلة المجاورة للساحل أن البناء هناك مماثل لبناء السهول الساحلية المنخفضة التى تغمرها المياه الشاطئية ، كذلك أثبتت بعض الآبار الإختبارية وجود البترول فى الطبقات الأرضية التى تمتد تحت مياه الخليج .

وينتشر فى لويزيانا اليوم عدد من هذه الآبار التى أخذ عددها يزداد على الرصيف القارى والتى تقوم بإنتاج البترول والغاز ويوجد الزيت هنا كما فى منطقة ساحل الخليج على أطراف القباب الملحية التى أصبح من السهل نسبياً تحديد مواقعها على الخرائط بواسطة الطرق الجيوفيزيائية .

وبنتيجة الدراسات وعمليات السبر التى جرت فى هذه المنطقة تبين وجود الزيت بكميات جيدة فوق حافة الرصيف القارى الذى يقع على أعماق تبلغ ٣٠٠ متر وحتى مسافة تزيد على ١٥٠ كيلومتراً عن مياه الشاطىء . وتستمر هذه الدراسات وهذا السبر حتى اليوم ولكن تكلفة السبر تزداد بالطبع مع إزدياد عمق الماء .

وقد أقيمت فى المناطق التى تصل أعماق مياهها إلى ٢٠ وحتى ٣٥م منشآت ذات أرضية ثابتة لإجراء هذه العمليات . ولكن السبر فى الأعماق الأكبر يحتاج إلى تجاوز عقبات أخرى .

وتستعمل اليوم وسائل السبر السريعة الجديدة لمواجهة إرتفاع تكاليف عمليات السبر فى مياه المد العميقة حتى أنه أضحى بالإمكان بزل ما يقدر بستة أو بسبعة افاق منتجة تتطبق

فوق بعضها فى البئر الواحدة فى نفس الوقت . وهذه الطريقة ولا شك تخفف من التكاليف الكثيرة التى يحتاج إليها فى استغلال آبار ما تحت الماء .

ويحتمل أن يبلغ احتياطى البترول الموجود تحت مياه الخليج الشاطئية فى لويزيانا ضعف أو ثلاثة أضعاف ما يوجد منه فى أرض الولاية نفسها ، ولا يعرف بعد ما ستقدمه أعمال التنقيب التى لا تزال مستمرة فى أجزاء عديدة أخرى من معلومات عن البترول فى هذا الرصيف القارى (شكل ٢٦) .

ولقد أثارت مشكلة ملكية المناطق البحرية المنتجة للبترول الكثير من المناقشات والمجادلات ، فالبعض قال أنها ملكية اتحادية بينما أصر البعض الآخر على أنها ملك للولاية المجاورة لها ، وكذلك جرى جدل كبير عن السلطة التى يحق لها إبرام العقود مع الأفراد أو الشركات التى تعمل فى التنقيب عن البترول والغاز واستغلالها فى هذه المناطق .

ولقد أصر البعض على أن موارد المياه الشاطئية يجب أن تخضع لإشراف الحكومة الاتحادية بينما احتج البعض الآخر على أن الإشراف هو من حق سلطات الولاية صاحبة الاختصاص وأن لهذه الولايات حق الملكية وأن إبرام العقود هو ولهذه الأسباب من صلاحياتها أو ذلك على مسافة تبعد ثلاثة أميال بحرية من مستوى مياه الجزر . ونظراً لهذا التشابك الحاصل بين حقوق الولايات والسيادة الوطنية رفع الأمر أخيراً إلى محكمة الولايات المتحدة العليا التى قضت بأنه وفاقاً للدستور الإتحادى تمتلك الحكومة الإتحادية كامل السلطة فى الإشراف على المياه المحيطة بأراضيها التى تقع دون مستوى خط الجزر ، وأن البحار العليا يمكن أن تبدأ على خط يبعد ١٢ ميلاً بحرياً وراء خط الجزر وليس على بعد ميل إلى ثلاثة أميال وهذا ما سبق أن قبلت به وارتضته الولايات المتحدة نفسها وعدد من دول العالم الأخرى .

واستناداً إلى هذه القاعدة فقد أقر الكونغرس الأمريكى قانونا ضمنه السماح التام لعدد من شركات الزيت والغاز بالقيام بأعمال الكشف واستغلال احتياطى البترول والغاز فى مثل هذه المناطق ، وفاقا للشروط والجعالات التى تراها الولايات المعنية مناسبة على أن تأخذ الولايات المعنية على عاتقها المسؤولية التامة فى استعمال العائدات المتحصلة عن هذه الامتيازات من أجل الصالح العام .

ومنذ إقرار القانون عام ١٩٥٣ تم توقيع عدد كبير من الإتفاقيات وتم تجهيز عدد محدود

من الآبار بعضها أصبح منتجاً للبترول وبعضها الآخر كان فجوات خاصة Dry holes . أى أن الحفر أصاب الطبقات الأرضية البعيدة عن البترول . ولكن من المحتمل بالطبع أن تتغير هذه السياسة بإصدار قانون آخر – إذا ما تم تطوير جميع المناطق التى تسمى أراضى المد – يعيد الإشراف عليها إلى الحكومة الاتحادية ، ولكن مثل هذا التوقع أخذ يتضاءل مع مرور الزمن . ولو تم جدلا اتخاذ مثل هذا الإجراء تبقى العقود المبرمة قبل إصداره بلا شك صحيحة وشرعية .

إن أكثر الأكاذيب والخدع تجرى فى القيعان البحرية التى لا تزيد أعماقها على العشرين متراً حيث يقوم مديرو بعض الشركات الوهمية بإستغلال سذاجة الجماهير ولكن التنقيبات الجيوفيزيائية والسبر جريا فى السنوات الأخيرة فى الأعماق الأكبر وهذا أمر يحتاج بلا شك إلى إعادة نظر فى التشريعات القائمة .

إن السياسة المتصلة بإمكانيات المناطق المغمورة تشمل بلا ريب جميع شواطىء الولايات المتحدة لا ساحل الخليج فحسب ، إذ قد تم مؤخراً اكتشاف إحتياطى كبير من الزيت على ساحل المحيط الهادى وقد بدأ الإنتاج فعلا هناك على نطاق لا بأس به .

ويبدو أن مشاكل حقوق ملكية منابع الغاز والبترول فى الأعماق البحرية ، وإلى مدى أقل ، بعض مشاكل الصيد قد ترتب عنها عدم إستقرار عام فى القانون الدولى فيما يخص المياه الإقليمية .

ولقد عمد العديد من الدول إلى تحديد نطاق ما يدعى بالمياه الإقليمية بعروض متفاوتة وصل بعضها إلى مئات الأميال عن الشاطىء . ولم يجر حتى اليوم اتفاق تام بين مختلف الشعوب عما يشمله قانونياً تعبير الرصيف القارى ، هذه المنطقة يحتمل وجود الزيت والغاز فيها . وقد نجم عن عدم الإتفاق هذا منازعات كثيرة أضحت مثاراً للمجادلات السياسية .

**( ز ) منطقة السهول الوسطى :**

تشمل هذه المنطقة الحديثة الاستغلال كلا من ولايات نبراسكا وداكوتا الجنوبية والشمالية والأجزاء السهلية المجاورة فى يومنغ ومونتانا وشمال شرقى كولورادو . وفى هذه المنطقة التى تتداخل فى الشمال مع المنطقة الكندية أى منطقة السهول الشمالية ازداد الإنتاج كثيراً خلال العقدين الماضيين ، حتى أضحى إنتاجها يزيد على ضعف إنتاج المنطقة الأبلاشية وبصورة خاصة من مونتانا ونبراسكا وداكوتا الشمالية .

إلا أن الشواهد المتوفرة تدل على أن هذه المنطقة غير قادرة فى الوقت الحاضر على مجاراة منطقة وسط القارة التى تقع إلى الجنوب منها ، مع أنه يتوقع أن يزداد إنتاجها بنسبة لا بأس بها .

وتوجد جيوب البترول أو مصائده فى معظم هذه المنطقة على عمق كبير لذلك فهى لم تكتشف بعد .

(ح) **منطقة الجبال الصخرية :**

تشكل منطقة الجبال الصخرية منطقة مثلى لتناوب الجبال والأحواض . وهى تمتد من الحدود الكندية حتى مونتانا وتستمر جنوبا عبر يومنغ واوتاه وكولورادو وحتى شمال نيومكسيكو . وهى تضم نماذج عديدة من البناء Structures وأنواعاً ونوعيات عديدة من البترول .

وأهم الولايات إنتاجاً فى هذه المنطقة هى يومنغ التى تقدم حوالى نصف الإنتاج ، أما النصف الآخر فيتوزع توزعاً كبيراً على الولايات الأخرى ، وأضألها إنتاجاً هو الجزء الموجود من الجبال الصخرية فى نيومكسيكو . ولكن الإنتاج بمجموعه يتركز فى الجزء الجنوبى الشرقى من هذه المنطقة الواسعة أى من المنطقة المجاورة لمنطقة وسط القارة .

وكانت هذه المنطقة تتصف بانخفاض إنتاجها حتى العقد الثالث من القرن العشرين ، وكانت النتائج التى اعطتها التحريات الأولية تشير إلى عدم وجود البترول ، إلا أن أعمال التنقيب التى جاءت بعد هذا العقد قد لاقت نجاحاً لا بأس به ، ونجم عن هذا النجاح أن تضاعف الإنتاج بل زاد على الضعف خلال الفترة الواقعة بين ١٩٤٠ ــ ١٩٥٠ ثم ازداد مرة أخرى خلال السنوات العشر الماضية . ويسود الاعتقاد بأن هذه المنطقة ستكون إحدى مناطق الاستغلال الكبرى فى المستقبل .

(ط) **منطقة كاليفورنيا :**

تشتمل هذه المنطقة على قسمين رئيسيين ، الأول هو القسم القديم الذى ابتدأ به الإنتاج والذى يشكل الجزء الجنوبى من وادى سان جواكان San joaquin ، والثانى هو القسم الحديث أو المنطقة الساحلية التى تمتد من مونتيرى جنوب سان فرنسيسكو بحوالى ١٣٠ كم حتى ما وراء لوس أنجلوس بقليل .

وقد عرف عن وجود البترول فى المنطقتين قبل سنوات طويلة من استغلاله ، عن طريق الترشحات البترولية التى عثر عليها فى العديد من الأماكن ووجود الأسفلت فى ثنايا الصخور Rock exposures .

ويقال أنه قد تم إستخراج الأسفلت أو البريا Bria كما كان يسميه المهاجرون الأسبان من فنتورا Ventura فى أوائل القرن التاسع عشر ، كما أنه قد جرت تصفية البترول بعمليات تقطير بسيطة من الترشحات التى عثر عليها بالقرب من سانتا بربارا قبيل عام ١٨٥٧ . إلا أن الإستغلال الحقيقى لم يبدأ فعلاً إلا بعد البدء بحفر الآبار فى عام ١٨٨٧ ولكن الإنتاج بقى بسيطاً بل ضئيلاً بسبب قلة الطلب المحلى على منتجات هذه الآبار وبعد الأسواق المستهلكة التى تقع فى شرقى البلاد .

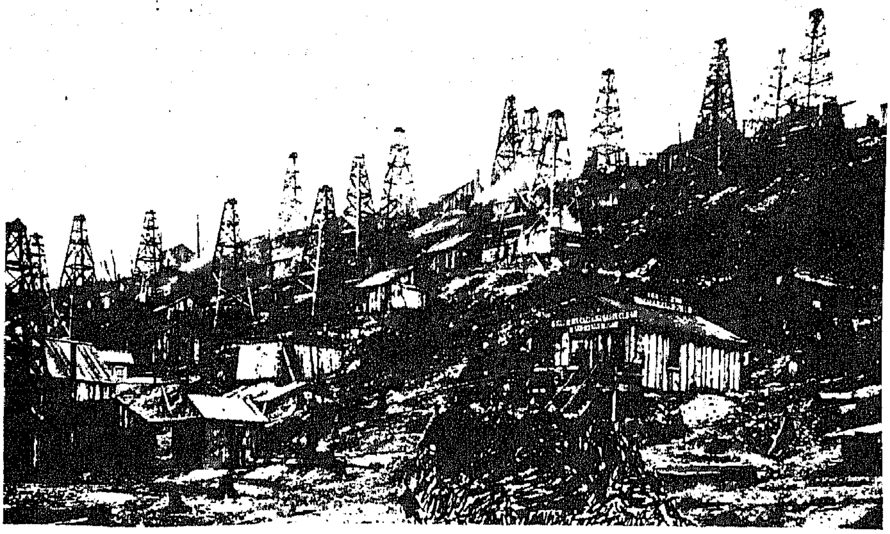
وبعد عام /١٩٠٠/ ابتدأ الإنتاج الواسع فى الجزء الأعلى من وادى سان جواكان ، ثم احتلت كاليفورنيا المرتبة الأولى فى الإنتاج بين عام ١٩٠٣ ـ ١٩١٥ .

وتتصف بحيرات الزيت فى هذه المنطقة بارتفاع ضغط الغاز فيها ، لذلك كان حفظ وضبط محتويات الآبار خشية أن تتدفق يتطلب تجهيزات وعناية خاصتين .

وتتراوح نوعية الزيت المستخرج من منطقة كاليفورنيا بين الخفيف والثقيل ونوعية الزيت تختلف باختلاف موقع البحيرات ، فبعضه ذو نوعية ممتازة بصورة استثنائية ولكن تسود ين مجموع الزيت المستخرج أنواع الزيت المزيجة والزيت الأسفلتى .

إن تدفق الزيت بكثرة من الآبار يجعل هذه الآبار مدرّة للربح الكثير على الرغم من إنخفاض أسعاره ، وقد أدى هذا الربح إلى قيام عمليات سبر غير ملائمة ودون الإعتماد على دراسات حقيقية ، ومع ذلك فقد تم الحصول على إنتاج كبير من حوض لوس انجلوس الذى يجب أن يصنف بين أهم المقاطعات إنتاجاً فى العالم بالنسبة لمساحته . فمن بين الحقول التسع التى أنتج كل منها حوالى /٥٠٠/ مليون برميل عام ١٩٧٠ ، تضم منطقة كاليفورنيا ستاً منها ، وقد أدى التسابق على إنتاج الزيت إلى حفر الكثير من الآبار مما نجم عنه فيض فى الإنتاج أحياناً عن حاجة السوق . كما نجم هدر لا بأس به بالنسبة لهذا المورد الهام ، بسبب عدم استعمال ضغط الغاز المرافق للبترول بشكل صحيح مما أدى إلى ترك ملايين من براميل الزيت الخام دون إستخراج وإلى الأبد (شكل ٢٧) .

وإن تلاصق المنشآت فوق بحيرات الزيت قد أدى إلى صعوبة التأكد من كمية الزيت



شكل (٢٧)

تل سينيال الشهير فى كاليفورنيا عام ١٩٤١

التى يمكن استثمارها والتى قدرها العلماء ، لأن عمليات سبر الآبار تجرى بشكل غير إقتصادى ، مما ينجم عنه هدر فى الرأسمال الموظف فى إنشاء الآبار غير اللازمة وكذلك بسبب سرعة إنخفاض ضغط الغاز المرافق للبترول فى مجموع الآبار مما يؤدى إلى تقليل كمية الزيت التى يمكن الحصول عليها فعلاً .

وقد اضطر هذ الوضع السلطات فى هذه الولاية إلى استصدار تشريعات لمنع هدر الغاز الطبيعى وحفظه واستغلاله لأغراض الاستهلاك الصناعى والمنزلى بالإضافة إلى الإستفادة منه فى إستمرار عمليات إستخراج البترول من الرمال المنتجة له . وقد قصد المشرع من وضعه لهذا القانون أن تفسح الفائدة الآتية التى كان يسعى إليها المستغلون الطريق أمام الخير العميم للجميع . وقد أخذ عدد من الولايات الأخرى فى أمريكا بمثل هذه القوانين لنفس الغرض بعد أن ثبتت فوائده .

ويبدو محتملاً أن تستمر كاليفورنيا فى إنتاجها الكبير من البترول سنوات عديدة أخرى بغض النظر عما ينتظر الإنتاج من ميل نحو الانخفاض هذا الميل الذى بدأت آثاره تظهر فى السنوات القليلة الماضية بسبب إنخفاض الإحتياطى الكبير.

ولكن يبدو من المحتمل أيضاً أن يتم إكتشاف بقاع أخرى فى المستقبل القريب فى منطقة المياه الشاطئية التى يشكل إنتاجها حتى الآن ٥٪ فقط من مجموع إنتاج الولاية.

**(ى) المنطقة الكندية أو السهول الشمالية :**

تمتد السهول الواسعة التى تبدأ من تكساس حتى كندا فى الشمال مابين الدرع الكندى فى الشرق والجبال الصخرية فى الغرب ، وتصل فى امتدادها شمالاً حتى المحيط المتجمد الشمالى بالقرب من دلتا نهر ماكينزى.

وقد بدأ التنقيب عن البترول هنا منذ زمن بعيد ولكن أول بئر تم اكتشافها كان عام ١٩١٣ فى حقول وادى ترنر قرب كالغارى Calgary وبقى الإنتاج قليلاً حتى تم اكتشاف حقول ليدوك ــ وودبند Leduc-Woobend عام ١٩٤٧ جنوب وغرب ادمونتون Edmonton التى أصبحت تنتج اليوم معظم الإنتاج الكندى الذى تسهم كل من أونتاريو ونيوبرنزويك بجزء لا يتجاوز ١٪ منه.

ومعظم الإنتاج والاحتياطى موجود اليوم فى منطقة البرتا التى تمتد من حدود الولايات المتحدة إلى ما وراء ادمونتون ومن هناك باتجاه شمالى غربى نحو داوسون كريك فى كولومبيا البريطانية. كذلك فقد تم إكتشاف حقول غاز واسعة فى هذه المنطقة.

أما إنتاج كولومبيا البريطانية فيأتى من منطقة نهر بيس Peace شرقى الجبال الصخرية.

ولكن على الرغم من أن الاحتياطى المعروف فى كندا عام ١٩٧٨ قدر بـ ٧ مليار برميل وهذه كمية كبيرة تكفى لتأمين حاجات البلاد عدة عقود مقبلة ، فإن ما تنتجه كندا حالياً منه يعادل خمس ما تنتجه ولاية تكساس تقريباً.

**(ك) منطقة ساحل خليج المكسيك :**

تعتبر حقول زيت المكسيك استمراراً لحقول منطقة ساحل الخليج الأمريكى ، ولكن وجودها لا يقترن بالقباب الملحية فقط بل ينتشر فى غيرها من المناطق.

وتقع أهم المناطق المنتجة للبترول بالقرب من الساحل ، من نهر ريوغراندى حتى

جنوب غرب كامبش Campeche ، ويستخرج معظم الإنتاج من المنطقة الواقعة بين تامبيكو Tampico وفيراكروز Veracruz ومعظمه من نوع البترول الثقيل .

ومع ذلك فإن مجموع إنتاج المنطقة بأكملها لا يتجاوز إنتاج ولاية نيومكسيكو المجاورة فى الولايات المتحدة .

ويوجد فى المكسيك أيضا بعض الزيت فى قلب مياه البحر كما هو الحال فى ساحل تاباسكو Tabasco مثلاً .

وعلى الرغم من أن الاحتياطى المؤكد لهذا المورد الهام كبير فى المكسيك إلا أنه يتوقع أن يكبر بعد إتمام عمليات التنقيب والسبر فى مناطق المياه البعيدة عن الشواطىء .

## ٦ ـ ٤ التوزع التجارى للمنتجات البترولية فى امريكا الشمالية

**١ ـ النقل والتخزين** : منذ أن بدأ إنتاج البترول بكميات كبيرة واجه منتجو هذه المادة مشكلة كبيرة هى النقل . وكان البترول سلعة جديدة لم تكن التجهيزات الموجودة آنذاك بكافية لتلبية هذه الحاجة فالسكك الحديدية لم تكن مجهزة تجهيزاً كافياً لنقل الحمولات المائعة . وبدأ النقل يتم أول الأمر بواسطة البراميل ولكن هذه الطريقة أثبتت بعد حين بسيط عدم جدواها ، لذلك لجأ المهتمون إلى تركيب خزانات فوق شاحنات السكك الحديد وأصبح نقل البترول عملية سهلة نسبياً من منابعه إلى مصافيه التى أقيم معظمها على السواحل .

ولكن تزايد الإنتاج وتدفقه فاق كل ما توقعه العاملين فى حقل النقل حتى عجزت خزانات السكك الحديدية عن نقله ومع ذلك بقيت هذه الخزانات وسيلة هامة من وسائل نقل المادة الرئيسية لصناعة البترول . ثم تم إختراع السيارات الشاحنة وحاملات الخزانات تلبية لحاجة النقل المتزايدة مع تزايد الطلب والإنتاج وقلت بذلك أهمية النقل بالسكك الحديد التى لم تعد تنقل اليوم إلا أقل من ٣٪ من مجموع إنتاج الزيت الخام ومنتجاته فى الولايات المتحدة . وبعد أن أنشئت الأنابيب لنقل البترول وهى أرخص وسائل النقل عموماً أصبح ما ينقل عن طريقها يعادل نصف الإنتاج تقريباً فى حين تقوم الطرق المائية بتسهيل نقل ربع كميات البترول المنتج أما الربع الباقى فينقل عن طريق الشاحنات .

( أ ) **أنابيب نقل النفط :**

إن طريقة نقل الزيت الخام بالأنابيب هى عملياً إمتداد للطريقة التى استعملت بنجاح فى نقل المياه النقية إلى البيوت والمعامل أو ما يسمى بشبكات المياه . وقد استعملت هذه الطريقة فى نقل الزيت أول مرة حوالى عام ١٨٦٥ فى ولاية بنسلفانيا حيث بدأت التجربة باستعمال الأنابيب الخشبية ثم استبدلت بعد ذلك بزمن وجيز بأنابيب حديدية وفولاذية . وقد نمت أقطار هذه الأنابيب حتى أضحت اليوم ذات أحجام كبيرة ، كما أن شبكات النقل والتوزيع قد أضحت تخدم أجزاءً عديدة من الولايات المتحدة اليوم .

والنقل بالأنابيب أكثر وسائل النقل كفاية وأقلها كلفة عرفت فى عمليات النقل البرى حتى اليوم ، لذلك فقد وصل طول الأنابيب التى تنقل النفط والمنتجات المصفّاة والغاز الطبيعى إلى ما يزيد على ١,٢٠٠ مليون كيلومتر.

وخطوط الأنابيب فى الحقيقة عبارة عن جهاز نقل كامل يشمل على خطوط الخراطيم وأنابيب تجميع وأجهزة تخزين إبتدائية ونهائية ، ويشمل كذلك خطوط توزيع تجارية ومحطات لتوليد القدرة وآلات للضخ ، وتقوم إدارة واحدة بإدارة جميع هذه التجهيزات .

وتتراوح أقطار الأنابيب الفولاذية التى تستعمل اليوم فى نقل البترول من ١٢ — ٣٠ بوصة وتعتبر هذه أنابيب خراطيم ، فى حين تكون الأنابيب التى تستعمل فى تجميع البترول ذات قطر أصغر ، وقد يستعمل بعضها فى الخطوط الأساسية أيضاً ، ويجرى دفع الزيت فى هذه الأنابيب بواسطة محطات للضخ تنتشر على مسافات معينة على طول إمتداد خط الأنابيب وتتراوح هذه المسافة بين ١٨ ـ ٧٥ كيلومترًا وذلك تبعًا لكثافة الزيت المضخوخ وطبوغرافية المنطقة والشروط المناخية .

ويصعب فى الحقيقة تقدير أهمية النقل بالأنابيب بسبب رخص هذه المحطات ومرونة تشغيلها ولكن معرفة هذه الأهمية يمكن أن تتبين لنا إذا عرفنا أن ما نقل عبرها من زيت خام ومنتجات مصفاة بلغ حوالى ٥ مليارات برميل فى السنوات الماضية .

ومع تزايد الطلب على مادة البنزين فى المدن المختلفة التى تقع بعيداً عن حقول النفط وتعاظم المنافسة على تسويق المنتجات البترولية فقد اضطرت هذه الصناعة للبحث عن أرخص الطرق الممكنة لتوزيع البنزين . وكانت أنابيب النفط هنا أيضاً الجواب على هذه الحاجة . ولقد كانت أول المنشآت التى استعملت لهذا الغرض الأنابيب الواسعة التى تمتد

من غربى بنسلفانيا إلى ساحل المحيط الأطلسى . وكانت هذه الأنابيب تنقل قبل استعمالها لنقل البنزين البترول الخام من حقول الزيت التى تنتشر فى غرب البلاد إلى المصافى القائمة فى الشرق .

أما اليوم فقد أصبحت تنقل البنزين من الشرق إلى الأسواق التى تقع إلى الغرب من جبال الليغانى Alleghanies .

وأهم أنابيب نقل البنزين على الأطلاق هى الأنابيب المعروفة بأنابيب (البيغ إنش) Big inch التى تنقل البنزين من حقول تكساس ولويزيانا إلى المرافىء الساحلية التى تقوم فى منطقة ساحل الأطلسى الأوسط .

وهذا الخط هو منشأة حربية يمكن الإستفادة منها بشكل جيد خلال الأزمات . وقد حول مؤخرًا إلى وسيلة لتوزيع الغاز الطبيعى من نفس الولايات إلى الأسواق ذات الكثافات البشرية الكبرى كنيويورك وبنسلفانيا . وقد بلغت كمية الزيت المكرر التى تنقل بأنابيب النفط حوالى مليار برميل .

وتصل الأنابيب الرئيسية اليوم بعد أن تم توسيع شبكات النقل حقول الغاز فى كل من لويزيانا وتكساس وأوكلاهوما بالمدن البعيدة كمينابوليس وشيكاغو وديترويت ونيويورك وتمتد غرباً حتى تصل لوس انجلوس . ويتراوح قطر بعض هذه الأنابيب بين ١٨ ــ ٣٠ بوصة وقد تطلب إنشاؤها بلا شك عملا متواصلا ومجهداً ولكن نجاح هذا الشكل من النقل ساعد على إنتشارها رغم العقبات الكبيرة التى تعترض مد هذه الأنابيب .

ويزيد طول خط الأنابيب التى تنقل الزيت الخام والبترول المكرر على ٣٠٠ ألف كم ، بينما يزيد طول الأنابيب المستخدمة فى نقل الغاز على ٩٠٠ ألف كم ، منها /٣٧٥/ ألف كم تقريباً تستخدم داخل الحقول المنتجة وكخطوط للنقل ، أما الباقى فهو ذو قطر محدود يستخدم لتوزيع الغاز على المستهلكين .

**(ب) مزارع الصهاريج** Tank Farms :

يجمع الزيت المستخرج من الآبار والذى يجرى عبر الأنابيب فى مراكز خاصة تعرف باسم خزانات الإنتاج Producers tanks . وتختلف هذه الخزانات وتتنوع بتنوع نمط الإنتاج . فإذا كان الإنتاج كبيراً كانت خزانات الإنتاج الضرورية واسعة لتستطيع تخزين البترول المتدفق ، أما حيث تسود الآبار الصغيرة فتكون خزانات الإنتاج صغيرة تتسع لـ

٢٠٠ ـ ٥٠٠ برميل . وينقل الزيت من هذه الخزانات بالجاذبية (نتيجة إنحدار الأرض) أو بطريقة الضخ إلى خزانات تدعى بالخزانات العاملة Working tanks وهي أكثر سعة من خزانات الإنتاج .

أما مزارع الصهاريج فعبارة عن تحشدات واسعة من خزانات التخزين التي تتصل بصورة مباشرة مع المصافي الواسعة ومراكز الشحن والتي يصلها البترول الخام من الحقول المنتجة ، وتعتبر هذه المزارع مراكز لتموين مصافي التكرير . وبعض هذه المزارع ضخم إلى حد كبير يؤمن خزن ما يزيد على عشرة ملايين برميل من الزيت . إلا أن فائدتها تقتصر في الواقع على استمرار عمل مراكز التكرير . أما بالنسبة لكفاية الخزن ورخصه فإن إستعمال طرق الخزن تحت سطح الأرض هو بلاشك أحسن وأرخص الطرق ، لذلك فلا ضرورة لزيادة عدد هذه المزارع ، طالما أن البترول الذي تختزنه هذه الخزانات هو مادة المحروقات الرئيسية التي تستعمل بشكل مباشر تقريبًا .

**(جـ) ناقلات الزيت :**

عندما إزداد الطلب على البترول في أسواق الإستهلاك الكبرى ، جرى إعداد نموذج جديد من السفن لنقل البترول الخام من المناطق المنتجة البعيدة . وتصنع هذه السفن عادة من الفولاذ وتكون مقسمة إلى أقسام . وتجهز هذه السفن بجهاز للضخ يساعد في تحميل وتفريغ شحنتها بسرعة كبيرة . وقد إزدادت حمولة أساطيل نقل البترول بشكل ظاهر بعد أن نمت تجارة البترول العالمية نمواً هائلاً .

وتتسع الناقلات التي تعمل بين مرافىء البحر الكاريبي ومدينة نيويورك من ٨٠ ـ ١٥٠ ألف برميل من البترول الخام ، بينما تعمل ناقلات أصغر حجما بين مرافىء خليج المكسيك والمسيسبي ، في حين تعمل الناقلات الضخمة في النقل عبر الأطلسي والمحيطات الأخرى .

وقد سهلت سرعة وكفاية هذه الناقلات عمليات إستيراد البترول من أمريكا الجنوبية والشرق الأوسط إلى المصافي المختلفة وجعلت البترول المستورد من أقاصي الأرض قادراً على منافسة الإنتاج المحلي حتى في البلاد المنتجة الكبيرة (كالولايات المتحدة) . إلا أن أهمية هذه الناقلات تتبدى في الحقيقة في كونها وسيلة لتأمين البترول عند الحاجة للأسواق المستهلكة مهما كانت الظروف ومهما اشتد الطلب .

وإن أكثر من نصف اسطول الناقلات من حيث الحمولة يعمل تحت الأعلام الأمريكية

المختلفة وسبع هذا الأسطول يعمل تحت راية الولايات المتحدة الأمريكية ويشكل البترول حوالى ٤٨٪ من مجموع حمولات سفن النقل بأكملها و ٩٪ من حيث القيمة فى التجارة العالمية .

**( د ) خزن الغاز الطبيعى :**

تواجه صناعة الغاز الطبيعى فى مناخات العروض الوسطى مشكلة التغير الكبير فى الطلب عليه خلال أيام السنة بسبب اختلاف درجات الحرارة الفصلية ولأن نسبة كبيرة من هذا الغاز تستعمل لأغراض التدفئة المكانية (Space) من قبل صغار المستهلكين . وتعمد شركات الغاز الطبيعى لمواجهة تغير الطلب إلى التعاقد مع كبار المستهلكين كالمهتمين بالصناعة والتصنيع على بيعهم الغاز بأسعار أرخص من أسعاره المحددة شريطة السماح لها بقطع أو تخفيض حصص هؤلاء المستهلكين عند الضرورة . أما رجال الأعمال الصغار وملاك البيوت فتتفق معهم هذه الشركات على تموينهم بالغاز فى جميع الأوقات وبقدر ما يحتاجون إليه ولكن بأسعار أعلى قليلاً من الأسعار المحددة . وعلى الرغم مما تتقدم كان من الضرورى بل والمنطقى إيجاد وسائل لخزن الغاز ومواجهة الطلب الذى يشتد خلال الفصل البارد وقد تم إستعمال الكهوف والمناجم المهملة ومناجم الملح القديمة وما شابهها لخزن الغاز لأوقات الحاجة تحت الأرض بأرخص التكاليف .

## ٧ ـ ٤ البترول فى مناطق العالم الأخرى

بلغ إنتاج الولايات المتحدة عام ١٩٥٨ حوالى ٦٠٪ من البترول الذى أنتجه العالم فى ذلك التاريخ ، وانخفض اليوم إلى حوالى ١٥٪ من الإنتاج العالمى ، وقد بلغ إنتاجها عام ١٩٧٨ نحو ٤٨٥ مليون طن .

وقد اشتهرت اليوم دول أخرى بإنتاجها الكبير كالمملكة العربية السعودية والاتحاد السوفياتى وإيران والعراق وفنزويلا والكويت .

وليس هناك ثمة تساو فى مقدار الاحتياطى المؤكد من البترول والغاز فى مختلف القارات ، فمنطقة الشرق الأوسط أو ما يدعى بالشرق الأدنى أحياناً التى تمتد من العراق إلى مصر ومن اليمن إلى تركيا ، تعتبر أكبر المناطق فى هذا الاحتياطى حتى أنه قد يتجاوز ١٠ أو

١١ مرة احتياطى الولايات المتحدة نفسها ، وتلى منطقة الشرق الأدنى الكتلة الشيوعية بنسبة تصل إلى ٩,٧٪ من احتياطى العالم .

أما أوروبا الشرقية والمناطق المجاورة لها فى آسيا فتحتل الدرجة الثالثة ، وتشمل ألمانيا الشرقية وتشيكوسلوفاكيا وهنغاريا ويوغسلافيا وألبانيا ، وحتى أقصى الشرق من روسيا . وتحتل أمريكا الجنوبية المرتبة الرابعة بين القارات فى احتياطى البترول المؤكد ، يليها آسيا الجنوبية والشرقية بما فيها إندونيسيا ثم إفريقيا الغربية وأوقيانوسيا .

وفيما يلى جدول تقريبى لاحتياطى البترول الخام فى العالم عام (١٩٧٧) :

| المنطقة | الاحتياطى بملايين الأطنان (١) | النسبة المئوية |
|---|---|---|
| الشرق الأدنى | ٤٩٧٠٠ | ٥٥,٩ |
| أمريكا الشمالية . | ٥٦٠٠ | ٦,٦ |
| أوروبا الشرقية (بما فيها الاتحاد السوفياتى) . | ١٣٣٠٠ | ٩,٧ |
| أمريكا اللاتينية . | ٥٧٠٠ | ٦,٢ |
| الشرق الأقصى وآسيه الجنوبية . | ٢٧٠٠ | ٣,٠ |
| إفريقية . | ٧٩٠٠ | ٩,٠ |
| أوروبا الغربية . | ٣٧٠٠ | ٤,٢ |
| أوقيانوسيه . | قليل | |

(١) المصدر : عالم النفط ـ المجلد الحادى عشر ـ العدد (١) .

**١ ـ امريكا الجنوبية** : يتوقع وجود البترول فى امريكا الجنوبية فى الاجزاء المرتفعة من السهول التى تقع من جبال الأنديز المرتفعة والتى تمتد من الأرجنتين جنوبًا حتى فنزويلا شمالاً . ولكن يستثنى من ذلك سهول الأمازون الداخلية التى تقع ضمن أراضى البرازيل وكذلك الدرع الغويانى فى الشمال الذى لا يمكن أن يتوقع أن يكون مستقرًا لاية مادة بترولية بسبب بنيته الصلدة ، وكذلك فإن فرص وجود البترول قليلة فى القسم الشرقى من البرازيل نفسها بسبب انتشار المرتفعات المتبلورة فيه التى تغطيها طبقة رقيقة جدًا من الصخور الرسوبية .

أما كتلة جبال الأنديز الواسعة فشديدة التخلع والالتواء لذلك كان وجود البترول فيها متعذراً إلا فى بعض الأحواض الصغيرة المتفرقة وهى فى الواقع ذات أهمية ضئيلة جداً .

ولكن التنقيب وأعمال السبر التجارية قد نجحا نجاحاً كبيراً فى فنزويلا وكولومبيا وإكوادور والبيرو وفى بوليفيا والأرجنتين وفى منطقة محدودة بالقرب من سلفادور وكذلك فى بييا فى البرازيل .

وقد احتلت فنزويلا المرتبة الثانية أو الثالثة مدة طويلة فى الإنتاج العالمى ويستخرج بترولها من حوض مراكايبو والأورينوكو الأدنى حيث أقيمت مراكز الاستغلال الرئيسية . وإن اتساع الإنتاج التجارى المتزايد من كلا الحوضين يقوى الأمل بوجود احتياطى كبير لم يستغل بعد يمكن أن يستفاد منه فى زيادة إنتاج هذه البلاد . وقد وصل إنتاج فنزويلا السنوى إلى أكثر من مليار برميل . ويبدو أن هذه البلاد قادرة على أن تستمر على هذا المنوال مدة أخرى وبذلك تكون قادرة على الاحتفاظ بمركزها كإحدى الدول الرئيسية فى إنتاج البترول فى العالم .

ولقد دخلت **البيرو** قائمة الدول المنتجة للبترول منذ عام ١٨٩٦ ولكن إنتاجها لم يصل إلى مليون برميل حتى عام ١٩٠٩ . أما اليوم فهو يتراوح بين ٥ ـ ٧ مليون طن . وتقوم حقول النفط فى الجزء الشمالى الغربى من البيرو وعلى إمتداد الساحل المشرف على المحيط الهادى جنوب خليج (غوياكيل) وبالقرب من نهر اوكايالى Ucayali شرقى جبال الانديز .

أما فى **كولومبيا** فتنتشر الحقول المنتجة للبترول على الأطراف الغربية المنخفضة من جبال كورديليرا الشرقية التى تعتبر إحدى السلاسل الرئيسية فى منطقة الأنديز . إلا أن هذه الحقول تبعد حوالى ٦٥٠ كم إلى الشرق من نهر ماغدالينا وعلى الأطراف الشرقية لجبال سييرادى بيريجا فى الأودية التى تنصب مياهها فى بحيرة مراكايبو .

ويضخ إنتاج هذه المنطقة بالأنابيب إلى الغرب عبر الأنديز حيث يلتقى مع أنابيب النفط القادمة من الحقول القديمة (إلا أنه لا يمزج معها) ثم يصدّر خاماً عن طريق مرفأين خاصين لتصدير البترول يقعان جنوبى قرطاجنة إلى أسواق ما وراء البحار. وقد تراوح إنتاج كولومبيا منذ عام ١٩٦٠ بين ٥ إلى ٧.٥ مليون طن فى السنة ، ولكن الدلائل تشير إلى إحتمال زيادة الإنتاج إلى أكثر من ذلك فى المستقبل القريب.

وقد نما الإنتاج **الأرجنتينى** ببطء وباضطراد منذ عام ١٩١٣ ، حتى تراوح الإنتاج السنوى فيها فى السنوات الماضية بين ١٥ ــ٢٠ مليون طن . ووصل الإنتاج إلى ٢٣ مليون طن عام ١٩٧٨ .

وأهم مراكز الإنتاج الحالية تقع فى حقول (كومودورو) (وريفا دافيا) على بعد ١٤٠٠ كم تقريبًا جنوب بونس أيرس العاصمة ، وكذلك حقول الإنتاج الجديدة شرقى الأنديز فى أقصى الجنوب وفى القسم الأوسط والشمالى من البلاد . وتستمر الحقول الشمالية حتى تصل إلى بوليفيا إلا أن امتدادها الحقيقى نحو الشمال لم يعرف بعد . ومع ذلك فقد أخذ الاستغلال طريقه إلى هذه البلاد . أما الحقول المنتجة حالياً فتستغل إلى الشرق من جبال الانديز مباشرة ، فى المنطقة التى تمتد من سانتا كروز حتى حقول الأرجنتين الشمالية .

وقد تم مؤخراً تمديد أنابيب لنقل النفط إلى لاباز العاصمة وإلى مرفأ أريكا فى شمالى تشيلى .

وقد ظلت تشيلى موضع تنقيب متواصل عدة سنوات ، إلا أن النتائج كانت سلبية حتى عام ١٩٤٩ عندما تم اكتشاف البترول فى تيرا ديل فويجو . وتحقق الاستغلال الناجح فى الجنوب الأقصى من الأرجنتين حيث تمتد منطقة الإنتاج من تشيلى إلى الجزء الشرقى من الجزيرة التى تعتبر قطعة تابعة للأرجنتين (انظر الشكل ٣٣) ووصل إنتاجها فى عام ١٩٧٨ إلى حوالى (٥٠) مليون طن .

وعلى الرغم مما تقدم فلا زالت المعلومات عن وجود البترول فى هذه القارة ناقصة وذلك لأن إمكانياتها لم تستقص بكاملها بعد ، ولن يمكن تحديد هذه الإمكانيات حتى تنتهى أعمال التنقيب القائمة على قدم وساق على طول السفوح الشرقية لجبال الأنديز وكذلك فى جميع بقاع هذه القارة .

**٢ ــ أوروبا الغربية** : إن إمكانية اكتشاف مناطق بترولية حقيقية واسعة أمر بعيد الإحتمال فى هذه المنطقة ، خاصة فى كل من جنوب وغرب أوروبا حيث تنتشر الصدوع وتكثر البنى الصخرية المشوشة . ومع هذا تتوزع بعض الحقول الصغيرة نسبياً التى تتباعد بعداً كبيراً عن بعضها البعض كحوض أكيتانيا والحوض الباريزى والألزاس فى فرنسا ، وفى بعض أنحاء هولندا أو ألمانيا الغربية وخاصة فى هانوفر فى إقليمى ايمسلاند ووسرايمس ، وكذلك فى صقليا وإيطاليا والنمسا . كما تحقق وجود البترول أيضاً فى المملكة المتحدة ومعظمه فى منطقة الميدلاندز الشرقية . ولكن كميات الإنتاج فى جميع المناطق المذكورة أعلاه ضئيل إلى حد تضطر معه أوروبا الغربية إلى استيراد البترول من البلاد الأخرى الذى يستعمل فى الأغراض الصناعية والأغراض الأخرى كالتدفئة وغيرها .

وقد حدا هذا الوضع بعض البلاد كألمانيا الغربية وبصورة خاصة خلال فترة الحرب العالمية الثانية إلى إقامة صناعة بترول تركيبية لتغطية حاجتها الماسة أيام الحرب . إلا أن إنتاجها لا يتجاوز جزءاً ضئيلاً من حاجاتها الفعلية .

إلا أن اكتشاف البترول فى بحر الشمال قد زاد من إنتاج القارة الأوربية وخاصة بريطانيا التى أنتجت حوالى (٥٣٦) مليون طن عام ١٩٧٨ .

**٣ ــ أوروبا الشرقية** : يوجد البترول فى أوروبا الشرقية فى منطقتين اثنتين أولاهما رومانيا وثانيهما منطقة القوقاز ، إلا أن ما يميز الاتحاد السوفياتى هو وجود سهول واسعة ذات بنى مماثلة لبنى المناطق الداخلية من الولايات المتحدة التى أنتجت الكثير من الزيت .

وتمتد هذه السهول شرقا من وراء جبال الأورال حتى نهر ينيسى وجنوبا حتى الحدود الإيرانية الأفغانية ، كذلك توجد مناطق يحتمل وجود البترول فيها وراء نهر الينيسى .

ويتقدم الاتحاد السوفياتى ورومانيا جميع الدول الأوروبية الأخرى فى إنتاجها ، خاصة الاتحاد السوفياتى الذى يتفوق عليها جميعاً تفوقاً عظيماً .

أما رومانيا فلا زالت تنتج البترول منذ أكثر من تسعين عاماً ، ولو أن إنتاجها كان خلال معظم هذه الفترة ضئيلاً نسبياً ثم ازداد إنتاجها تدريجياً حتى وصل إلى ٤,٥ مليون طن عام /١٩٢٩/ و ٨ مليون عام /١٩٣٦/ ، وإلى ١٤,٥ مليون عام/١٩٧٨/.

ولقد ابتدأت روسيا باستغلال البترول قبيل عام /١٨٦٠/ بكثير وذلك من الحفر الضحلة التى كانت تحفر بالأيدى ، وظلت منذ ذلك التاريخ بصورة عامة الدولة الثانية فى

العالم من حيث الإنتاج ، إلا أنها تفوقت فترة من الزمن وخاصة فى بداية القرن العشرين على الولايات المتحدة نفسها . ثم أصبحت الآن المنتج الأول فى العالم إذ وصل إنتاجها فى عام ١٩٧٨ إلى (٥٧٠) مليون طن .

وأهم مناطق الإنتاج كان حوض (باكو) الذى يقع فى شبه جزيرة أبيشارون فى بحر قزوين عند نهاية جبال القوقاز الشرقية . ولكن بسبب اكتشاف البترول فى مناطق أخرى من البلاد ازداد عدد الحقول المنتجة وخاصة على طرفى جبال القوقاز كحقل نهر كورا الأعلى إلى الجنوب من مايكوب Maykop ـ كراسنودار Krasonodar بودنوفسك Budennovstk وحقول غروزنى Grozny ـ ماكاش كالا Makhack Kala فى الشمال .

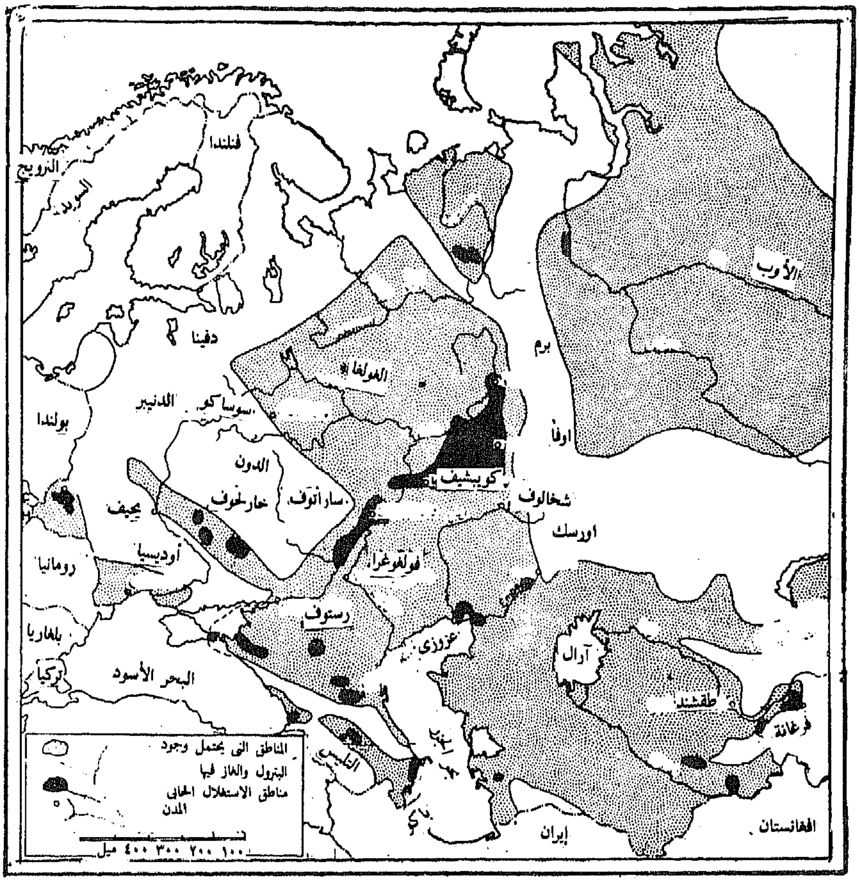
وقد تم اكتشاف الزيت أيضاً إلى الشمال والشمال الشرقى من بحر قزوين فى منطقة إيمبا Emba التى تتميز بقبابها الملحية .

ولا زالت جميع هذه الحقول تنتج البترول حتى اليوم وخاصة منطقة باكو رغم قدم استغلالها وذلك لأنه تم اكتشاف آفاق بترولية هامة مؤخراً فى الرسوبات الشاطئية داخل مياه البحر التى تتناثر عليها اليوم أعداد كبيرة من الآبار الصغيرة المستقلة (شكل ٢٨) إلا أن أهمية الحقول القديمة قد تدنت وذلك بعد أن تم اكتشاف منطقة غنية بالبترول والغاز هى المنطقة المسماة بمنطقة (الأورال ـ الفولغا) على الرغم من عدم معرفة إمتدادها وشكلها بصورة نهائية حتى اليوم .

وتمتد هذه المنطقة فى الوقت الحاضر من برم (سابقًا مولوتوف) فى الشمال حتى خالوف Chkalov تقريبًا فى الجنوب ومن هناك غربًا إلى ما وراء نهر كاما ثم إلى جنوب غرب كويبيشيف Kuybyskev على نهر الفولغا ثم تساير إلى حد ما المجرى الأدنى لهذا النهر وخاصة ضفته اليمنى ثم تستمر جنوبًا حتى مدينة فولغوغراد Valgograd (ستالينغراد سابقًا) .

ويأتى معظم إنتاج الاتحاد السوفياتى اليوم (من ٧٠ ـ ٨٠٪) من هذه المنطقة التى لم يتم استغلالها بشكل كامل حتى الآن .

ولا يقتصر وجود البترول على المناطق التى نوهنا عنها آنفًا بل تنتشر حقول بترولية أصغر




شكل (٢٨) أقاليم البترول والغاز غربى الاتحاد السوفياتى .

فى الجهة الغربية من أوكرانيا وعبر بحر قزوين من باكو إلى حوض فرغانه Fergana وفى سخالين الشمالية المشرفة على المحيط الهادى فى الشرق وفى عدد من المناطق الأخرى .

وعلى الرغم مما تقدم لا زال الاتحاد السوفياتى يحتاج إلى أعمال تنقيب واسعة حتى يمكن تقدير ثروته الحقيقية من البترول وذلك لإحتمال وجود البترول فى كثير من أنحائه الأوروبية والآسيوية التى تلائم أراضيها وجود البترول .

ولقد أنشئت فى الاتحاد السوفياتى خطوط أنابيب طويلة خاصة لنقل البترول من أقليم الأورال الفولغا إلى بحر قزوين فى الجنوب وإلى بولونيا وتشيكوسلوفاكيا فى الغرب وإلى ساحل

البلطيق شمالاً والبحر الأسود جنوبًا . وإلى أومسك Omsk وما وراءها فى سيبريا شرقًا . ولا زال عدد آخر من خطوط الأنابيب قيد الإنشاء ، كما أن عددًا آخر لا زال فى مرحلة التخطيط . ولهذه الأسباب يتوقع أن يزداد إنتاج الاتحاد السوفياتى خلال السنوات القادمة وأن يستمر على احتلال مركزه بين الدول الكبيرة المنتجة للبترول .

**٤ ـ الشرق الأدنى** : يعتبر الشرق الأدنى حتى الآن أكبر مركز لاحتياطى البترول فى العالم . وقد بلغ إنتاج هذه المنطقة مبلغاً نافس فيه إنتاج الولايات المتحدة ذاتها . ويتوزع الإنتاج بالطبع على عدد من الوحدات السياسية من بينها الكويت والعربية السعودية وإيران والعراق وهى أهم المناطق إنتاجاً (شكل ٢٩) .

**أولاً ـ إيــــران**

إن أهم مناطق الإنتاج فى إيران هى المناطق المنخفضة فى الجزء الجنوبى من البلاد غربى الجبال الإيرانية المشرفة على الخليج العربى أى فى رأس الخليج .

ويجرى نقل البترول الخام من هذه المنطقة بواسطة الأنابيب إلى مؤسسات التصفية المقامة فى عبدان جنوبى ميناء البصرة العراقى وكذلك إلى جزيرة الخرج فى الخليج العربى .

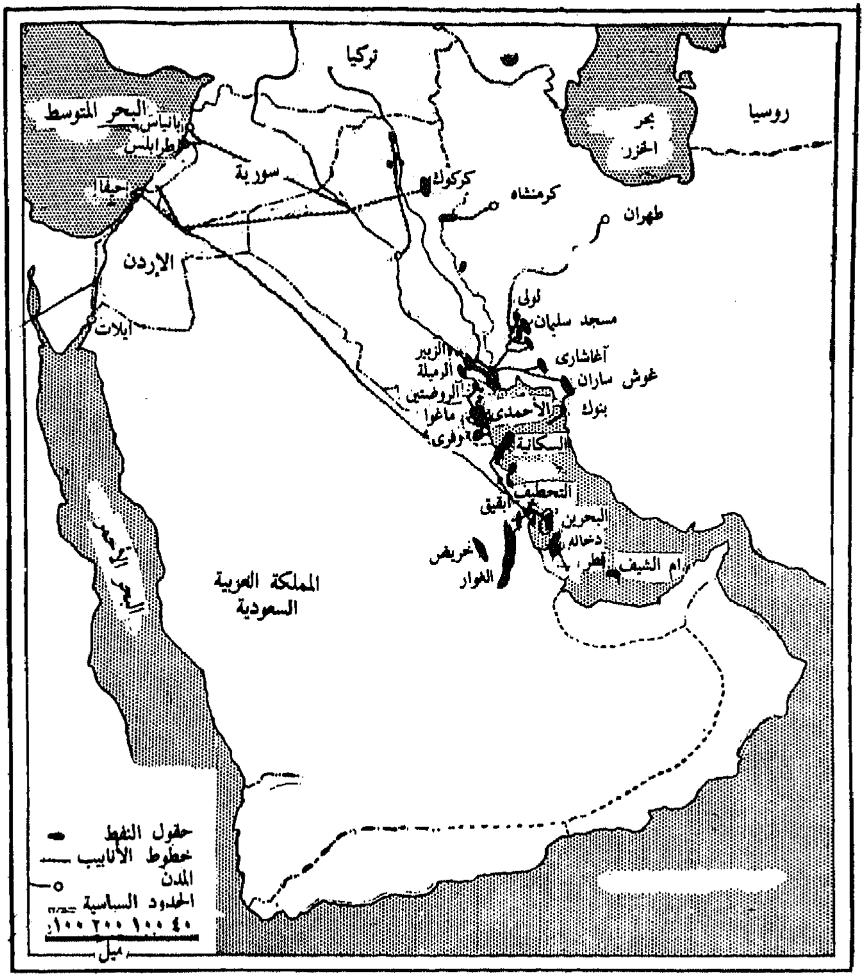
وتشحن المنتجات البترولية من هناك عن طريق البحر إلى الأسواق التى تعتمد على هذا البترول فى إندونيسيا وأوروبا .

ولقد ظهرت إيران كدولة منتجة للبترول فى إحصاءات الولايات المتحدة الأمريكية أول مرة عام ١٩١٣ وكان إنتاجها يبلغ (٢٣٢٠٠٠) طن . وتقدم الإنتاج ببطء أول الأمر ولكن منذ عام ١٩٢٠ ازداد بسرعة كبيرة حتى وصل إلى القمة عام ١٩٥٢ حيث بلغ (٣٠) مليون طن .

إلا أن المشاكل السياسية التى أوجدت ظروفا غير مستقرة أدت إلى توقف مضفاة عبدان فى ذلك الحين التى كانت تعتبر آنذاك أكبر مصفاة للبترول فى العالم ، فاستحال بذلك الاستمرار فى الإنتاج . ولكن المفاوضات التى جرت أواخر عام ١٩٥٣ أدت إلى استئناف العمليات ولكن على نطاق ضيق ومحدود .

وقد بلغ الإنتاج فى عام ١٩٧٤ حوالى (٣٠١) مليون طن ، ثم هبط الإنتاج بشكل تدريجى حتى وصل إلى حوالى (٢٥٥) مليون طن عام ١٩٧٨ .

وأهم حقول البترول الإيرانى تتركز فى شمال الخليج العربى فى إقليم خوزستان وهى من




شكل (٢٩) حقول النفط وخطوط الأنابيب فى
الشرق الأوسط

الشمال إلى الجنوب لالى ـ مسجد سليمان ـ نفط صافد ـ حفظ كلى ـ اغاجارى ـ بازانون ـ جاش ساران .

## ثانياً ـ العــراق

تقع حقول النفط الرئيسية بالقرب من مدينة كركوك فى الجزء الشمالى من العراق ، وكذلك فى أقصى الجنوب بالقرب من البصرة .

وعلى الرغم من أنه قد تم إنشاء وتجهيز عدد كبير من الآبار القوية فى الشمال منذ سنوات عديدة فإن الإنتاج التجارى أعيق هناك بسبب نقص وسائل المواصلات الضرورية .

ولقد بدء بإنشاء خط الأنابيب الذى يزيد طوله على ١٧٠٠ كم وبقطر قدره ١٢ بوصة ومقدرة يومية على النقل تقدر بـ /٨٥/ ألف برميل فى عام ١٩٣٢ . ولم يوضع قيد الاستعمال الفعلى إلا فى بداية عام /١٩٣٥/

وهذا الخط يصل منابع النفط فى كركوك بالحديثة على نهر الفرات ومنها إلى طرابلس فى لبنان وإلى بانياس فى سوريا على شاطىء البحر الأبيض المتوسط الشرقى .

وتشتهر العراق بإنتاجها الكبير بين دول العالم الذى بلغ عام ١٩٧٦ حوالى (١١٧) مليون طن ثم بدأ الإنتاج بالهبوط فى السنوات الماضية حتى وصل إلى (١١٥) مل طن عام ١٩٧٨ .

وأهم حقول العراق هى باباكركر قرب كركوك وخانقين والزبير وعين زاله بالإضافة إلى بعض الحقول الصغيرة غربى نهر دجلة .

**ثالثًا ـ العربية السعودية :**

قامت بيوت المال الأمريكية وغيرها من البيوتات التجارية بعمليات تنقيب واسعة فى لمنطقة المعروفة بالجزيرة العربية . التى تضم وحدات سياسية عديدة كالسعودية والكويت والبحرين وقطر والمنطقة المحايدة وابى ظبى وعمان . ولقد اكتشفت آبار بترولية قوية فى هذه البلاد ويجرى اليوم استغلال العديد منها بشكل فعلى .

وعلى الرغم من اختلاف الحكومات تعتبر المنطقة فى الواقع وحدة من الناحية الطبيعية بدءاً من الحدود الإيرانية حتى حقول نفط جنوبى العراق . ومن رأس الخليج العربى عبر الكويت والمنطقة المحايدة إلى العربية السعودية فالبحرين وقطر وإمارة عمان .

وقد بلغ إنتاج الكويت مؤخراً حوالى (١١٠) مليون طن ، وفى البحرين بين (٢,٧) مليون طن وفى قطر (٢٣) مليون طن .

وأهم حقول البترول السعودى هى الدمام (الظهران) والقطيف وبقيق وأكبرها هو حقل الغوار بالإضافة إلى أحواض صغيرة هى الفاضلى وأبو حدرية والسفانية . أما حقول الكويت فهى حوض البرقان والروضتين ومكوع والأحمدى .

وقد جرت ولا تزال تجرى عمليات تنقيب واسعة فى مياه الخليج الضحلة ، فى الأرض

المغمورة التى تعتبر إمتداداً لسهل ما بين النهرين . وقد تم مؤخراً اكتشاف عدد من حقول البترول الهامة فى هذه المناطق .

وقد احتلت المملكة العربية السعودية فى عام ١٩٧٧ المرتبة الثانية (٤٥٨ مليون طن) بعد الاتحاد السوفياتى فى إنتاج النفط ثم تراجعت إلى المرتبة الثالثة فى عام ١٩٧٨ (٤١٠ مليون طن) بعد الاتحاد السوفياتى والولايات المتحدة الأمريكية ويبدو أن مجموع الأراضى والمياه التى تمتد من الموصل شمالاً إلى مضيق هرمز فى الجنوب هى الإقليم الرئيسى للبترول فى العالم أجمع .

أما عن إنتاج المناطق الأخرى من الشرق الأوسط فقد أصبحت الإمارات العربية المتحدة من أهم المنتجين . فقد وصل إنتاجها فى عام ١٩٧٨ إلى ما يزيد على (٩٧) مليون طن . كما أنتجت سلطنة عمان حوالى (١٦) مليون طن .

**٥ ـ جنوب شرقى آسيا** : ينتج البترول فى عدد من دول شرقى وجنوبى آسيا ، ولكن أهمها هى إندونيسيا وبورنيو الشمالية . وكانت إندونيسيا حتى قبل استقلالها من الدول الهامة فى الإنتاج وعلى التحديد منذ عام /١٨٩٠/ واستمرت أهميتها حتى اليوم . وقد بلغ إنتاجها عام /١٩٣٩/ حوالى /٦٠/ مليون برميل ولكنه تدنى فى سنوات الحرب إلى أقل من ذلك بكثير وكذلك فى السنوات التى تلت الحرب بسبب الثورات والقلاقل . إلا أن الإنتاج عاد مرة أخرى بعد أن توقف تقريباً عام ١٩٤٨ وذلك بعد أن هدأت الحال واستقرت البلاد حتى وصل فى ذلك العام إلى ٣٢ مليون برميل . وتابع الإنتاج ارتفاعه سنة بعد أخرى حتى وصل إلى (٨٢) مليون طن عام ١٩٧٨ .

وتقع أهم حقول النفط فى جنوبى سومطره وشماليها وفى شرقى جاوه وفى جنوب وشرق بورنيو وهذه الجزيرة تدعى باسم (كاليمنتار) من قبل الإندونيسيين الذين لا زالوا يطالبون بها .

وتضم بورنيو الشمالية السراواك Sarawak وبرونى Brunei وشمالى بورنيو ، ولكن معظم الإنتاج يأتى من برونى ذاتها .

وتنتج كل من الهند وباكستان وبورما واليابان كميات قليلة نسبياً من الزيت والغاز . أما الصين فتشير الدلائل إلى أنها ذات إنتاج كبير ولكن الصين لا تعطى إحصاءات حقيقية عن إنتاجها ، لذلك كانت التقديرات غير الرسمية هى المعتمدة لمعرفة كمية إنتاجها والذى قدر أنه وصل إلى (١٠٥) مليون طن عام ١٩٧٨ . ولا يعرف عن الصين عدا ما تقدم إلا أن الشروط الملائمة لوجود البترول تتحقق فى الجزء الغربى والأقصى من البلاد .

٦ ـ **إفريقيا** : لم يعرف عن القارة الإفريقية فيما مضى أنها منطقة إنتاج كبير للبترول أو أنها ذات إمكانيات لم تسمح الظروف باستغلالها ، وذلك لأن معظم القسم الداخلى منها يتألف من أراض قديمة متبلورة تشبه الدرع ، تغطى بعض أنحائها طبقات رسوبية ثلاثية رقيقة من أصل غير بحرى . وإن فرص وجود البترول بكميات تجارية فى مثل هذه المناطق محدودة جدا ، هذا على الرغم من أن بعض أجزاء القارة التى تتألف من الصخور القديمة مغطاة برسوبات بحرية ذات سمك لا بأس به كما هو الحال فى الشمال الإفريقى فى المنطقة التى تمتد من شمالى مصر عبر شمالى ليبيا إلى شمال الصحراء الجزائرية ومن هناك باتجاه الشمال إلى البحر الأبيض المتوسط وإلى الجنوب باتجاه الساحل المراكشى .

وتوجد مناطق أخرى مماثلة للمناطق المذكورة آنفا ولكنها أصغر منها فى غربى إفريقيا فى إقليم نهر النيجر ـ بنوى Niger - Benue فى نيجريا وبعض المناطق الساحلية الأخرى التى تتصف بامتدادها المحدودة فى جنوبى القارة وعلى طول سواحلها الشرقية .

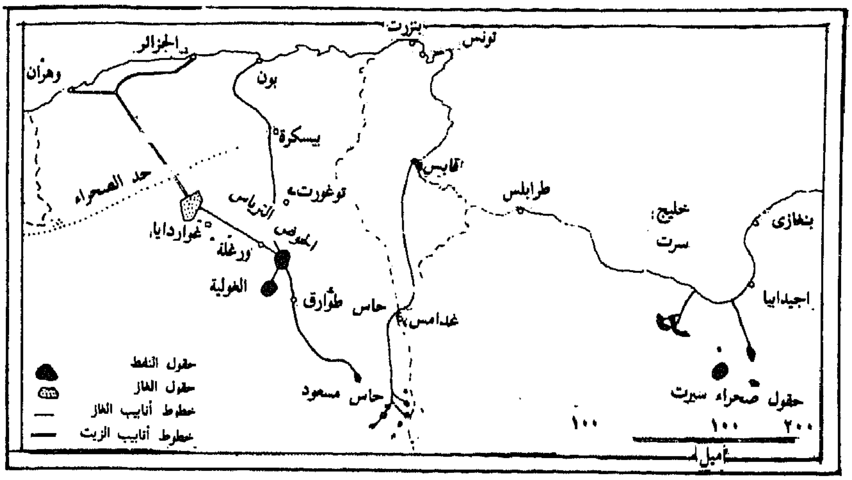
وقد تم استخراج البترول منذ القديم من أرض مصر ولكن الإنتاج ظل زمناً طويلاً إنتاجاً متواضعاً . ثم تطور فى أواخر السبعينات حتى وصل إلى حوالى (١٢) مليون طن عام ١٩٧٨ . ومعظم البترول المصرى الخام هو من البترول الأسفلتى الثقيل . وأهم حقول البترول المصرى هى جمسة وغردقة على الساحل الغربى من البحر الأحمر ورأس غارب ورأس بكر وحقول شبه جزيرة سيناء كسدر وعسل وأبورديس وفيران وبلاعم وهى كلها حقول ذات إنتاج ضئيل .

وقد تمت اكتشافات كبيرة مؤخرًا فى صحراء سرت الليبية جنوبى خليج سدرا أو سرت ، وتبعد حقول النفط المكتشفة والمستغلة حوالى ٣٠٠ كم عن الشاطىء لذلك فقد أقيمت خطوط أنابيب لنقل الإنتاج من مناطق استخراجها إلى الساحل .

وأهم حقول البترول الليبى هى العطشان فى واحة فزان وباهى جنوب بلدة سدرة وظهرة جنوب حقل باهى وبئر تلاكسين جنوب غرب طرابلس . وأصبحت ليبيا اليوم المنتج الثانى فى إفريقيا بعد نيجيريا إذ وصل إنتاجها عام ١٩٧٨ إلى حوالى (٩٥) مليون طن .

ولقد تمت اكتشافات أخرى فى الصحراء الشمالية فى الجزائر بالقرب من واحات ورغلا وكذلك فى الجنوب فى حوض بولينياك إلى الشرق والجنوب الشرقى من قلعة فلاتر Flatters ، كما أنه تم اكتشاف حقل كبير للغاز جنوبى واحات (الاغوات) . وجميع هذه الحقول بعيدة إلى حد ما عن الساحل ، فحقول النفط فى حوض بولينياك مثلاً تبعد ١٢٠٠ كم تقريبًا عن ساحل

البحر المتوسط فى الجزائر . لذلك فقد تطلب استغلال هذه الحقول إقامة خطوط أنابيب لنقل هذا البترول (شكل ٣٠) .




شكل (٣٠)

حقول الزيت والغاز فى صحراءافريقية الغربية .

وبنتيجة هذه الاكتشافات أصبح الجزء الشمالى من الصحراء الإفريقية شمال خط العرض ٢٥ ° تقريبًا منطقة مملوءة بأعمال التنقيب . وقد ازداد كل من الإنتاج الجزائرى والليبى بسرعة كبيرة بل مذهلة بالنسبة لمناطق حديثة الاستغلال ، ويقدر أن يزداد أكثر فى المستقبل . كما أن الإنتاج النيجيرى قد أصبح إنتاجًا هامًا أيضًا . وعدا هذه المناطق يكون إنتاج البقاع الإفريقية الأخرى ضئيلاً نسبيًا كما هو الحال فى الغابون وانغولا والمغرب وعدد آخر من البلاد .

وتتصدر نيجيريا اليوم القارة الأفريقية بإنتاج بلغ عام ١٩٧٧ نحو (١٠٣) مليون طن ثم هبط إلى (٩٥) مليون طن عام ١٩٧٨ . أما الجزائر فقد ارتفع إنتاجها من (٥٠) مليون طن عام ١٩٧٤ إلى حوالى (٥٩) مليون طن عام ١٩٧٨ .

كما أنتجت الغابون نحو (١١) مليون طن ، وأنغولا (٩,٥) مليون طن وتونس (٤,٦) مليون طن عام ١٩٧٨ .

٧ ـ **استراليا** : يغلب على الأرض الأسترالية انتشار الصخور المتبلورة فيها وهذا يجعل وجود أراض ذات إمكانات كبيرة بوجود البترول مستحيل تقريبًا ، إلا أنه يمكن وجود حقول صغيرة أو بحيرات بترولية محلية صغيرة كبيمرة جنوبى مالبورن على بعد ٢٠ كم من الساحل الجنوبى داخل البحر وبحيرة جزيرة مارو فى الشمال الغربى من أستراليا ولم تستغل بعد . وفى الجنوب الشرقى ، فى ولاية كوينزلاند بالقرب من (مرنى التون) .

وقد مد خط أنابيب إلى مدينة برزبين على الساحل الشرقى لتصدير البترول الخام الفائض عن الحاجة ، إذ أن مجمل الإنتاج بلغ نحو (٢٠) مليون طن عام ١٩٧٨

## ٨ ـ ٤ الرساميل الموظفة فى الصناعة البترولية

على ضوء ما هو متوفر من معلومات اليوم يتركز أكبر احتياطى الزيت فى العالم فى كل من أمريكا الشمالية والجنوبية والاتحاد السوفياتى وبلاد الشرق الأدنى فى جنوب غرب آسيا .

وتسيطر رؤوس الأموال الأمريكية والإنكليزية والهولندية وروسيا حاليًا على معظم احتياطى العالم المقبل من البترول . ولا يمكن الجزم ببقاء هذا الإشراف السياسى والاقتصادى على مناطق احتياطى البترول فى المستقبل البعيد ، إلا أنه يمكن القول أن صناعة البترول خارج الاتحاد السوفياتى هى حتى الآن بأيدى الاحتكارات الإنكليزية والأمريكية .

ومنذ أن تأكدت بريطانيا من أهمية البترول وضرورة السيطرة على موارده لبقاء سيطرتها العالمية عمدت إلى عقد اتفاقات ومعاهدات مع حكام المناطق التى تشمل معظم احتياطى البترول فى العالم بالوعيد والتهديد وغيرها من الأساليب (مثال اتفاقاتها مع إيران والعراق والكويت وغيرها من بلدان الخليج العربى) .

كما أن خوف رجال الصناعة البترولية الأمريكية المتزايد من تناقص الاحتياطى المحلى دفعهم إلى محاولة القيام بأعمال تنقيب واسعة فى أمريكا نفسها وإلى عقد اتفاقات طويلة الأمد للتنقيب عن البترول واستغلاله خارج أراضيها وخاصة فى أمريكا الجنوبية والشرق الأدنى (فنزويلا ـ البيرو ـ تشيلى والسعودية وقطر والبحرين على سبيل المثال) . وقد قام البريطانيون عندما كان الفحم الحجرى المصدر الأساسى للمحروقات بإنشاء المحطات اللازمة لتموين سفنهم التجارية والحربية بالفحم فى طول الأرض وعرضها وخاصة فى مناطق المضائق (جبل طارق ـ قناة السويس ـ عدن الخ ...) وعندما أصبح البترول مادة

المحروقات الرئيسية تمكنت بريطانيا من تحويل هذه المحطات إلى مراكز لخزن البترول ومنتجاته مستفيدة بالطبع من هذه العملية استفادة كبيرة .

إن سيادة البترول كمادة رئيسية للمحروقات بسبب مرونته الكبيرة أثناء استعماله دفع الأمريكيين باعتبارهم من كبار المنتجين إلى منافسة رجال البترول البريطانيين سواء من ناحية الإنتاج أو فى السيطرة على التجارة الدولية . وهذه المنافسة التى لا يمكن لها أن تنتهى فى الظروف الحاضرة على الأقل رغم التنازلات الهامة التى قدمها البريطانيون للأمريكيين (تنازلوا عن جزء من بترول العراق لأمريكا وشاركوها بموارد إيران) . لدليل أكيد على استحالة سيطرة أية دولة سيطرة تامة على مراكز إنتاج البترول فى العالم واحتكار تجارته الدولية ، خاصة بعد دخول الاتحاد السوفيتى أسواق التجارة العالمية .

**٩ ــ ٤ تجارة البترول العالمية**

على الرغم من اكتشاف البترول بكميات تجارية فى عدد كبير آخر من مناطق العالم لا يزال توزعه الجغرافى كبقية الموارد المعدنية غير منتظم أبدًا ، **إذ لا تزال هناك مناطق واسعة لا أمل فى وجود البترول فيها** ويصح هذا بالدرجة الأولى على الدروع الصخرية القديمة كالمجن الكندى والمجن الاسكندنافى والدرع الغويانى وبقية الدروع الأخرى أو البقاع الشبيهة بالدرع فى أمريكا الجنوبية وإفريقيا واستراليا وآسيا . كما أن **هناك بقاع أخرى تتميز بقلة بترولها لذلك كانت تحتاج إليه** كأوروبا وغربى روسيا والهند ومعظم مناطق الشرق الأقصى لذلك كانت تجارة البترول الخام ومنتجاته ذات أهمية كبيرة .

ومظهر هذه التجارة بلاشك ليس مظهرًا ثابتًا أبدًا ، فالولايات المتحدة بعد أن كانت من أكبر المصدرين أصبحت اليوم من البلاد المستوردة للبترول الخام ، ومنتجاته . ولا يقتصر استيرادها على المناطق القريبة نسبيًا فحسب ، كفنزويلا وجزر الأنتيل الهولندية وكندا وترينداد وكولومبيا ، بل يتعدى إلى بقاع الشرق الأدنى وحتى إلى البقاع البعيدة جدًا كإندونيسيا .

أما الاتحاد السوفياتى الذى كان ردحًا طويلاً من الزمن خارج نطاق أسواق التصدير فقد عام اليوم ليدخل نطاق التجارة العالمية من أوسع أبوابه . وتحصل أوروبا على معظم بترولها من الشرق الأدنى ، إلا أن دول شمال إفريقيا قد أخذت تبرز كمصدر هام قريب من الأسواق الأوروبية .

إن تفاصيل الصورة فى الواقع شديدة التعقيد والتغير ، فالعديد من البلاد الأوروبية التى لا تمتلك البترول أو تمتلك القليل منه كهولندا والمملكة المتحدة وغيرها من الدول مثلاً تصدر كميات لا بأس بها من منتجات البترول المكررة فى أراضيها بسبب استيرادها لكميات كبيرة من البترول الخام .

ومع ذلك يمكننا القول أن عدد الدول المصدرة للبترول محدود جدًا فى حين أن عدد الدول المستوردة له كبير جدًا ، وتستهلك أوروبا وحدها حوالى ٥٠٪ من الكمية الداخلة فى ميدان التجارة الدولية يليها اليابان وأستراليا واتحاد جنوب إفريقيا .

### ١٠ ـ ٤ نظرة على مستقبل البترول

لقد قاد التوسع فى استعمال المنتجات البترولية سواء منها الغازية أو السائلة ولازال إلى تغيرات كبرى فى حقل النقل وأنماط الصناعة والتطور الصناعى . كما أن إتقان العمليات التقنية الحديثة قد مكن من تحويل معظم البترول الخام إلى منتجات ثمينة ومنتجات مشتقة ، وبهذا أضحى البترول مادة خام ذات أهمية كبيرة للصناعة الكيماوية .

إن تفوق المحروقات السائلة والغازية بمزاياها على المحروقات الصلبة كالفحم والبيت والأخشاب مرهون بنجاح التجارب التى لاتزال مستمرة لتحسين وسائل تمييع الفحم الحجرى وتحقيق عملية تحويل الفحم(١) إلى غاز فى المناجم نفسها ، وإذا تمكنت هذه التجارب من الوصول إلى تحقيق فوائد تجارية عادية أمكن عند ذلك استعمال معظم الفحم الحجرى المتوفر بكثرة على شكل محروقات سائلة أو غازية . وإن آثار مثل هذه الإمكانية ستكون كبيرة دون شك على النقل والصناعة .

ففى الولايات المتحدة مثلاً يمكن على الأقل تحرير سكك الحديد كليًا من نقل أكبر السلع التى لاتزال تحملها ولو أن الكميات المنقولة آخذة فى التناقص . إن آثار مثل هذا التغيير قد يمتد عمليًا إلى كل نواحى الصناعة فيؤثر على تصنيع النفايات وعملية إنتاج الفولاذ وعلى عدد كبير من الصناعات التى تعتمد على الفحم والفولاذ كمادة أولية .

---

(١) تمكنت ألمانيا من تمييع الفحم الحجرى أيام الحرب فى ظل شروط غير طبيعية ولكن بأسعار عالية .

إن صناعة البترول العالمية قد بنيت إلى حد كبير على أساس الإنتاج الأمريكى ويمكن أن يفهم هذا الأمر إذا تذكرنا أن الولايات المتحدة كانت تقدم حوالى ثلثى مجموع البترول المستعمل فى العالم منذ عام ١٨٦٠ حتى نهاية الخمسينات من القرن العشرين ، ومع ذلك فلم يظهر بعد أى انخفاض فى تقديرات الاحتياطى المؤكد السنوية(١)، على الرغم من عدم وجود تقدير كامل للبترول الذى يحتمل وجوده فى الأرض الامريكية .

إن زيادة الطلب على البترول ومنتجاته فى الولايات المتحدة وغيرها من بلاد العالم تتطلب إيجاد سياسة مستمرة لحفظ وتحسين طرق استغلال الثروة البترولية خاصة وأن البترول مادة لا يمكن أن تعوض بسهولة .

وقد أخذت صناعة البترول اليوم تهتم اهتمامًا كبيرًا بإيجاد تخطيط مدروس والبحث عن طرق علمية للاستغلال فى كل أنحاء العالم ، إلا أن تحقيق مثل هذه الأمور يتطلب التعاون لا التنافس بين المهتمين بهذه الصناعة .

---

(١) إن الاحتياطى المؤكد يمثل كميات البترول التى يمكن التأكد من إمكانية استغلالها عند الحاجة .

# الفصل الخامس

## الطاقة النووية ومصادر الطاقة الأخرى

### ١ ـ ٥ الطاقة النووية

لقد أثارت الطاقة بسبب أهميتها الحيوية لجميع أشكال الحياة اهتمام العالم . فالحياة نفسها ليست إلا مظهر من مظاهر الطاقة . والحصول عليها بأى شكل كان يتطلب تأمينها من مصدر من المصادر .

وتعتبر الشمس مصدر الطاقة الرئيسية بالنسبة للأرض ، وقد ساعدت أشعتها فى العهود الغابرة على وجود المحروقات المستحاثة بأشكالها المختلفة ، كالفحم والبترول والغاز الطبيعى ، التى استغلها الإنسان على نطاق واسع . ولا يمكن للإنسان فى الحقيقة أن يعوض عن المستخرج منها ، كما أنه يستحيل تعويضها عمليًا خلال حياة الإنسان القصيرة على الأرض لأن تشكلها على الشكل الذى هى فيه قد تطلب ملايين السنين . ولقد أثار الخوف من نفاد هذه المصادر الرئيسية اهتمام الكثير من العلماء الذين يهتمون بخير ومستقبل الجنس البشرى . لذلك فقد وجهت الجهود خلال الربع الماضى من هذا القرن إلى اكتشاف مصادر أخرى جديدة يمكن الاعتماد عليها فى حالة نفاد المحروقات المعروفة . وقد توصل العلماء إلى اكتشاف بعض هذه المصادر نتيجة تطبيق الطرق الحديثة على المواد المختلفة التى عرفها الإنسان منذ زمن لا بأس به والتى كان يجهل إمكانية الاستفادة منها كمواد مولدة للطاقة .

ولما كان مصدر الطاقة فى هذه المواد يكمن فى ذراتها Atoms أو بالأحرى فى أنويتها ، لذلك فقد سمى هذا النوع من الطاقة بالطاقة الذرية أو النووية .

وتمت المواد الرئيسية التى يمكن أن تصنع لإنتاج هذه الطاقة ، حسب ما نعرفه اليوم بصلة شديدة إلى بعض المعادن وأهمها اليورانيوم والراديوم والثوريوم والليثيوم بالإضافة إلى

معدن واحد ينتج صناعيًا هو البلوتونيوم . ويحتل اليورانيوم المركز الأول بين هذه المواد ويعتبر أكثرها شهرة .

وقد دخل تعبير جديد إلى اللغات المختلفة عندما فجرت أول قنبلة ذرية فى آلاموغوردو Alamogordo فى نيومكسيكو فى ١٦ حزيران ١٩٤٥ ، وأصبح دليلاً على الطاقة الهائلة التى يمكن تفجيرها .

كان اليونان الذين عرفوا الذرة منذ القديم يعتقدون أنها تمثل أصغر الأجزاء فى المادة ، لذلك فقد ظنوا أنها لا يمكن أن تنجزأ . وظل هذا الاعتقاد سائدًا بين العلماء حتى جاء عام ١٩١٩ عندما تحقق اللورد روذرفورد Rutherford من قابلية انقسام الذرات وأن بعضها يحرر الطاقة عندما ينقسم .

### ٢ ـ ٥ اليورانيوم

يعتبر اليورانيوم أثقل العناصر الطبيعية الموجودة والمعروفة على سطح الأرض . وقد تم اكتشافه فى أوائل القرن الثامن عشر ، واستعملت مركباته أول الأمر كصباغ فى صناعة السيراميك بسبب لونه الأصفر البراق عندما يكون على شكل مسحوق . ولكن اكتشاف بكرل Bacqerel للنشاط الاشعاعى ( Radio activity ) عام ١٨٩٦ واكتشاف كورى للراديوم عام ١٨٩٨ قد مهد الطريق أمام إمكانية توليد شكل جديد من الطاقة هى الطاقة النووية ، هذه الطاقة التى لا يمكن نكران أهميتها بالنسبة لنشاطات العالم فى المستقبل .

وقد اشتهر اليورانيوم خلال السنوات الماضية لأنه مصدر رئيسى لكميات عظيمة من هذا النوع من الطاقة . أما كمعدن فليس له أهمية تذكر ، وذلك لأن بقية المعادن أقسى منه وأكثر مقاومة وأكثر فائدة فى صناعة الخلائط المعدنية .

ويوجد هذا المعدن فى الطبيعة متحدًا مع عدد لا بأس به من العناصر الأخرى وهذا يؤدى بالتالى إلى وجود عدد كبير مناسب من المعادن الحاملة لليورانيوم ، التى عرف أكثر من مئة منها حتى اليوم .

وتضم هذه المعادن كميات مختلفة من أوكسيد الاورانيوم $U_3O_8$ ، أما الخاصة الرئيسية لليورانيوم فهى أنه يحتوى على ٧ بالألف من النظير Isotopope $U_{235}$ الذى يمكن أن ينشطر Fissionable بواسطة نيوترونات بطيئة محررًا بهذا الانشطار كميات هائلة من

ضقة . كما أنه يمكن تحويل نظيره الرئيسى $U_{238}$ إلى عنصر آخر هو البلوتونيوم $Pu_{239}$ القابل للانشطار أيضًا .

**خامات اليورانيوم :**

تنتظم المعادن الحاملة لليورانيوم وخاماته فى مجموعتين واسعتين أولهما تسمى المجموعة الأولية والثانية المجموعة الثانوية .

وتوجد الفلزات الأولية Primary metals والخامات الأولية متحدة مع المغما Magma التى توجد فى الأماكن العميقة من القشرة الأرضية . وأحسن مثل عن هذا النوع هو فلزات الرصاص واليورانيوم أو ما يسمى البيتشبلند Pitchblende الذى اكتشف واستغل للحصول على الرصاص منذ القديم . ولون هذا المعدن بين الأسود والأسود الرمادى . ويتألف بالدرجة الأولى من أوكسيد اليورانيوم حتى أن بعضه قد يحتوى على ٨٥٪ من هذا الأوكسيد .

وتصاب الفلزات الأولية بنتيجة ملامستها للغلاف الغازى والماء أو غيرها من العناصر الكيماوية النشيطة بتبدلات بطيئة ينجم عنها تشكل عناصر جديدة تختلف كيماويًا وفيزيائيًا عن العناصر الأصلية Original وتسمى هذه العناصر الناشئة عن التبدل الخامات الثانوية وأشهرها الكرنوتايت Carnotite الذى يتراوح لونه بين الأصفر الليمونى والبرتقالى ويضم حوالى ٥٠٪ من أوكسيد اليورانيوم $U_3O_8$

إن الاستغلال الناجح للمعادن الحاملة لليورانيوم والتى تتناثر تناثرًا كبيرًا فى العديد من الصخور يتطلب أن تكون على درجة معينة من التركيز . ويمكن عادة الكشف عن مثل هذه التجمعات إما باستعمال الآلات أو عن طريق السبر وأخذ العينات .

**الحصول على الطاقة النووية :**

لكى نتمكن من الوصول إلى فهم معنى الطاقة النووية علينا أن نتذكر معطية انشتاين الأساسية التى تقول أن المادة والطاقة هما مبدئيًا تعبيران مختلفان لشىء واحد(١) وقد سبق أن

(١) لقد وضع انشتين عام ١٩٠٥ معادلة تمثل العلاقة بين الطاقة والكتلة وهى ($E=MC_2$) حيث تمثل (E) الطاقة مقاسة بالارغة Erg (والارغة هى الطاقة الحركية لكتلة قدرها ١ غرام وسرعتها ١ سنتم بالثانية) ، وهذا يساوى جداء الكتلة ويرمز لها بـ (M) مقدرة بالغرامات ، بمربع سرعة الضوء فى الفراغ ($C^2$) ويجب أن نذكر أن سرعة الضوء فى الفراغ هى حوالى (١٨٦) ألف ميل بالثانية .

بينا أن نظرية عدم انقسام الذرة كانت قد أهملت واستعيض عنها بنظرية الانقسام بعد أن عرف هذا الأمر.

وقد أدى انشطار الذرة أو بالأحرى انفلاق نواة اليورانيوم $U_{235}$ عندما جرى تفجير القنبلة الذرية إلى نقص لم يتجاوز ١ بالألف من الكتلة الساكنة ومع ذلك فقد تحررت بنتيجة هذا الانشطار قوة مريعة زعزعت مفاهيم أكثر الاختصاصيين علمًا فى حقل المتفجرات(١).

وتتضح الطريقة الأخرى التى يتم بها تحرير الطاقة النووية إذا عرفنا المبدأ الذى تقوم عليه القنبلة الهيدروجينية. فى هذه القنبلة يؤدى اتحاد أربع من النوى الهيدروجينية إلى تشكيل ذرة من الهليوم. وينتج عن هذا الاتحاد تحول قدره ٧ بالألف من الكتلة إلى طاقة.

وعلى الرغم من ضآلة هذا الجزء المتحول إلا أنه يعنى تحريرًا لقدرة مروعة أيضًا. ويعتبر اليورانيوم (٢٣٥) أحسن العناصر وأكثرها ملاءمة من ناحية الانشطار. لذلك كان معدن اليورانيوم الذى يشتق منه اليورانيوم (٢٣٥) يضم المادة الأساسية لتطوير الطاقة النووية التى يمكن أن تستعمل فى الأغراض المختلفة.

ولقد أثار تفجير القنبلة الهيدروجينية وإطلاق الصواريخ فى حينه اهتمام الرأى العام العالمى إلا أن اهتمام العلماء انصب مدة من الزمن على إيجاد طريقة يمكن بها السيطرة على الطاقة المتحررة سواء من حيث نسبة التفجير (Discharge) أو كمية الطاقة المحررة (Released)

وقد عرف الناس مقدار التخريب الذى يمكن أن يحدثه تحرير الطاقة النووية بصورة مفاجئة منذ أن تم تفجير القنبلة الأولى فى (الاموكوردو) فى عام ١٩٤٥. ثم استعملت الآثار المريعة لمثل هذا التفجير بعد ذلك بقليل فى تدمير كل من هيروشيما وناغازاكى فى أواخر الحرب العالمية الثانية

وقد تم تطوير القدرة النووية منذ ذلك الحين بسرعة كبيرة خاصة للأغراض الحربية. وهذا ما جعل هذه الطاقة تحلق كغمامة سوداء مرعبة فوق كل بلد فى العالم تقريبًا.

إن التحكم فى الطاقة النووية أمر ضرورى جدًا لا للعسكريين فقط وللأغراض الحربية

---

(١) يقصد بالكتلة الساكنة الكتلة وهى فى حالة سكون أى أنها ليست فى حالة حركة وتتعرض المادة فى حالة الحركة عادة إلى تغير فى قيمة كتلتها.

بل للمدنيين وللأغراض السلمية ، فالطاقة الذرية فى الحقيقة منبع هام للقدرة يمكن استغلاله فى الأغراض السلمية كتوليد الكهرباء وحفظ الأغذية وغيرها من الأمور. ومما لا شك فيه أنه سيكون لها فوائد أخرى يمكن أن تستجد مع مجرى الزمن ، وبذلك قد يسهم اليورانيوم والطاقة الناجمة عنه فى تحسين مستوى حياة البشر اليومية فى السنوات المقبلة .

وأمام هذه الحقائق قد تتبادر إلى الذهن الأسئلة التالية : أين توجد ترسبات اليورانيوم المعروفة التى يمكن الاستفادة منها؟ وما هو مدى انتشارها؟ وما هى الصعوبات التى يجب تجاوزها قبل أن يصبح استعمالها ممكنًا .

## ٣ ـ ٥ توزع اليورانيوم فى العالم

لم تبذل قبل بداية الحرب العالمية الثانية إلا جهود بسيطة منظمة لتحديد مواقع تكوينات هذا المعدن الفعال ، وكانت أهمها المواقع التى كانت تنتج الراديوم وخاصة فى منطقة بحيرة الدب الأكبر فى كندا وفى كاتنكا فى الكونغو وكذلك مع خامات جبال ساكسونيا أو مما يدعى بالإرزغبرغ Erzgeberg فى أوروبا .

ومع تفجير القنابل الذرية فوق اليابان عام ١٩٤٥ تنبه العالم إلى كمية الطاقة الهائلة التى يمكن الاستفادة منها فى الأعمال الإنشائية بدل استغلالها فى الأغراض التخريبية . وهكذا بدأ مع قذف الأرض اليابانية العصر المسمى بالعصر الذرى ولكن بأسوأ البشائر.

ومع بدء العصر الذرى بدأ البحث والتنقيب بشكل هيستيرى فى معظم بلاد العالم عن خامات اليورانيوم ، حتى أن البحث فى الولايات المتحدة عن هذا المعدن الثمين أعاد إلى الذكرى أيام البحث عن الذهب فى كاليفورنيا وكلونديك . وكان من نتيجة هذه الأبحاث خلال العشرين سنة الماضية أن أصبح بالإمكان إنتاج اليورانيوم فعليًا فى كافة القارات عدا القارة المتجمدة الجنوبية .

وأهم مناطق الإنتاج حاليًا هى منطقة بحيرة الدب الأكبر فى شمال غرب كندا التى تتطاول نحو الجنوب والشرق إلى منطقة بحيرة أونتاريو ، وهضبة كولورادو ومناطق أخرى فى الولايات الغربية من الولايات المتحدة . بالإضافة إلى خامات الجبال السكسونية فى كل من تشيكوسلوفاكيا وألمانيا الشرقية وكذلك جنوب إفريقيا وأستراليا . أما عن الاتحاد السوفياتى والصين فالمعلومات ضئيلة بل غير معروفة .

( أ ) **الولايات المتحدة الأمريكية :**

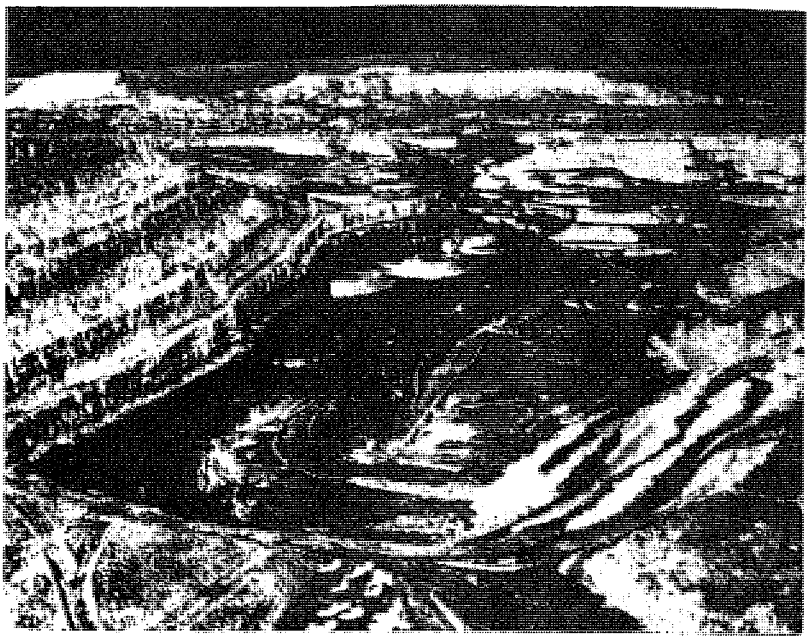
لقد دلت التقارير على وجود تجمعات اليورانيوم فى العديد من أجزاء الولايات المتحدة . ويمكن إعتبار المنطقة الممتدة من الجبال الصخرية إلى جبال سيرا نيفادا فى الغرب أوسع مناطق اليورانيوم فى العالم . وقد تم التأكد فى السنوات الأخيرة من إمكانية قيام إنتاج تجارى فى ثلاثة عشر ولاية أمريكية ومع ذلك فإن أربع منها هى نيومكسيكو ويومنغ وكولورادو واوتاه تنتج حالياً بين ٨٥ ـ ٩٠٪ من إنتاج اليورانيوم الوطنى ، يليها من حيث الأهمية كلا من أريزونا وواشنطون وداكوتا الجنوبية .

وتحتل هضاب الكولورادو المرتبة الأولى فى المستغَل والاحتياطى من هذا المعدن . وتمتد المنطقة المنتجة من جبال ونتا Uinta فى ولاية اوتاه إلى جبال زونى فى نيومكسيكو ، ومن جنوب غرب اوتاه إلى جبال سان جوان فى كولورادو . وقد جرت دراسات ميدانية فى هذه المنطقة فى المراحل الأولى من الحرب العالمية الثانية كان غرضها البحث عن الفناديوم Vanadium.

وقد أسهمت هذه الدراسات فيما بعد فى تسهيل عمليات البحث عن الطيات الحاوية على اليورانيوم ، ومن ثم بدأ الإنتاج على نطاق واسع منذ عام ١٩٤٨ عندما وضعت هيئة الطاقة الذرية الأمريكية تنظيماً خاصاً لإستكشاف وشراء وتخزين خامات اليورانيوم ولقد ساعدت طبيعة المنطقة الجافة وبناء الطيات وكذلك كثرة الأودية العميقة على إبراز الصخور الحاوية على اليورانيوم إلى سطح الأرض (شكل ٣١) .

وقد بدأت عمليات الاستكشاف أول الأمر بواسطة سيارات الجيب وبالانتقال على الأقدام نظراً لقلة الطرق ووعورة المنطقة ، ثم استعملت بعد ذلك طائرات الهيلوكوبتر فى أعمال الاستكشاف . وقد مكن وضوح الرؤية فى هذه البقاع الجيولوجيين والباحثين من ملاحظة المظاهر الواسعة من الجو وبالتالى من اختيار أحسن الأجزاء للقيام بالاستقصاءات التفصيلية على الأرض . ولقد أصبحت منطقة (غراند غوشن) فى كولورادو أشهر المراكز التى تعمل فى صناعة اليورانيوم القائمة على هضاب كولورادو .

وتحتل نيومكسيكو مركز الصدارة فى تعدين وتحضير خام اليورانيوم ، وأكبر المراكز الصناعية تقوم فى (غرانتس) Grants على بعد يقرب من ١٢٠ كيلومتراً غربى (البوكرك) . وتجرى معظم عمليات التعدين فى المنطقة المحيطة بغرانتس فى الشرق والغرب وتوجد معظم خامات



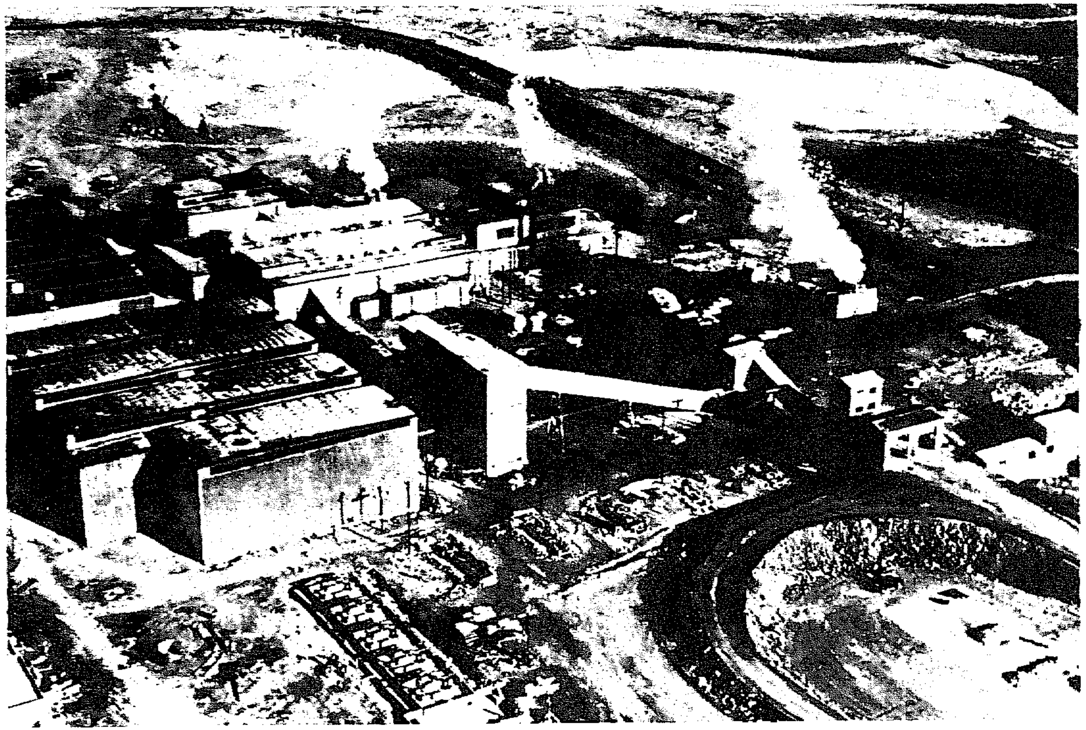
**شكل (٣١) منجم جاك بايل الشهير فى لاغونا فى نيومكسيكو**
**لقد ازيل أكثر من مليون طن من التربة والصخور سعيًا وراء اليورانيوم**

اليورانيوم فى الصخور الرسوبية ولكن بعضها يوجد على عمق كبير من سطح الأرض .

ويجرى عادة نقل كميات هائلة من بقايا المواد الصخرية للحصول على المعدن الخام خاصة حيث يمكن القيام بالتعدين المكشوف ، ومع ذلك فإن نسبة ما يمكن الحصول عليه من أوكسيد اليورانيوم $U_3O_8$ لا يتجاوز واحد بالألف .

ويشمل تحويل الخام إلى إنتاج نصف منتهى للحصول على ما يدعى باليلوكيك (Yellowcake) سلسلة من العمليت التى تتراوح من النقل الكثيف إلى عمليات تتطلب دقة كبيرة .

وتطبق المراحل المختلفة لمعالجة الخام بشكل نموذجى فى مصنع من أكبر المصانع بالقرب من بلووتر Blue Water (شكل ٣٢) على بعد عدة كيلومترات من غرانتس ، حيث يرسل الخام إليها بواسطة الشاحنات والسكك الحديد ، ويجرى هناك تجفيفه وتكسيره ثم يطحن حتى يصبح كالطحين . وتضاف إلى هذا المسحوق بعض المواد الكيماوية التى تؤدى إلى انحلال اليورانيوم .



شكل (٣٢) من الجو لمصنع بلودوتر BLuewater بالقرب من غرانتس
حيث تجرى عمليات تحضير البلوكيك

ثم تجرى إضافة مواد كياوية أخرى إلى المحلول فتسبب ترسب أوكسيد اليورانيوم . وبعد أن تطرح الفضلات جانباً ينظف الراسب أو (اليلوكيك) ثم يرشح ويجفف ثم يشحن إلى هيئة الطاقة الذرية فى اسطوانات سعتها /٥٥/ غالون .

وقد تم اكتشاف ترسبات تضم اليورانيوم مشابهة للتى وجدت فى هضاب كولورادو عام ١٩٥١ فى الطرف الغربى من التلال السوداء Black hills ثم تلى ذلك اكتشافات أخرى فى وسط يومنغ وبصورة خاصة فى حوض نهر ويند Wind river . وقد جرى استغلال المنطقة بسرعة كبيرة حتى أصبحت ولاية يومينغ إحدى الولايات الأربع الرئيسية فى إنتاج اليورانيوم . وقد عثر على الخامات الغنية فى قنوات الأنهار القديمة فى هضاب كولورادو ويومنغ متحدة مع النباتات المستحاثة كالخشب المتفحم والليغنيت . وتتجمع الخامات فى هاتين المنطقتين بشكل مركز فى كتل متوسطة الحجم بعضها قليل الإمتداد وبعضها الآخر أكثر اتساعا . وتتنوع كميات الخام فى هذه الكتل فخامات الكتل الرسوبية أقل عموماً من الخامات التى توجد مع الصخور الاندفاعية .

وعلى الرغم مما تقدم فلا يزال الجزء الأكبر من الإنتاج يأتى اليوم من الصخور الرسوبية كما تستخرج كميات قليلة من الرسوبات الوثيقة الصلة بالفعاليات البركانية . وتندرج ترسبات (ماريس فيل) فى ولاية أوتاه وكذلك ترسبات (فرونت رنج) فى كولورادو تحت الصنف الأخير . فترسبات ماريس فيل موجودة فى بقعة ذات نشاط بركانى سابق بالقرب من الأبخرة الساخنة والمحاليل التى لا تزال تندفع من باطن الأرض . وتضم الطبقات السطحية منها معادن ثانوية شديدة اللمعان ولكن (البيتش بلند) اكتشف على عمق كبير نسبياً .

وبسبب سعة انتشار ذرات أوكسيد اليورانيوم المكشوفة فى هذه المنطقة ، ظن البعض فيما مضى أن الخامات المنتجة لهذا الأوكسيد قد توجد حاضرة فى مختلف الصخور الاندفاعية ، لذلك فقد أطلق هذا التعميم الخاطىء على كثير من الأماكن التى تضم صخوراً اندفاعية دون أن يجرى أى تأكد من إمكانياتها ، كمنطقة الأبلاش المتبلورة ، إلا أنه لم يَرد ما يؤكد هذا التعميم ، ولم تكتشف حتى الآن أى كتل خاصة ذات قيمة تجارية فى هذه المناطق .

(ب) كندا :

تنتشر ترسبات اليورانيوم فى المنطقة المعروفة بالدرع الكندى فى طبقات الصخور ما قبل الكامبرية ، ويعود فضل اكتشاف اليورانيوم فى هذه المنطقة إلى جيلبرت لا بين الذى كان أول من اكتشف عرقاً لليورانيوم على امتداد الشاطىء الجنوبى لبحيرة الدب الأكبر عام ١٩٣٠ وعلى بعد قليل من الدائرة القطبية . وقد جرى استغلال الراديوم فى هذه المنطقة أول الأمر ، إلا أنه بدأ استغلال كثيف لليورانيوم خلال الحرب العالمية الثانية فى هذه المنطقة عندما مست الحاجة إليه لإقامة مشروع (مانهاتان) ثم استولت الدولة الكندية على المنجم الأصلى وعلى إنتاجه وقد اتخذت هذه الخطوة الضرورية واللازمة بسبب ظروف الحرب التى كانت سائدة انذاك .

وتنتشر ترسبات اليورانيوم المتعددة والمختلفة على امتداد البقاع الأمامية من الدرع الكندى ، من إقليم بحيرة الدب الأكبر شمالاً حتى الشواطىء الشمالية لبحيرة (اتاباسكا) جنوباً أى على مسافة تزيد على ٨٠٠ كم ، ومن هناك إلى منطقة بلايند ريفر Blind River التى تقع على بعد ١٣٠ كم إلى الشرق من سولت سانت مارى Sault St. Marie . وتكون التوضعات على شكل عروق فى البقاع الشمالية ، أما فى منطقة بلايند ريفر فيوجد الخام منتشراً فى كتل الكونغلوميرا ، وجميع هذه الخامات ذات درجة دنيا ، إلا أن سعة انتشارها وكثرة امتدادها يجعلانها مصدراً هاماً لليورانيوم خاصة إذا أمكن إيجاد طرق تركيز أكثر كفاية ونجعاً .

(جـ) الاتحاد السوفياتى :

تعتبر جميع المعلومات المتصلة باليورانيوم فى الاتحاد السوفياتى سراً كبيراً لا يصرح عنه ، خاصة المراكز التى يجرى فيها التعدين وكميات الإنتاج ونوعيته والطرق المتبعة فى معالجة المادة الخام . لذلك فقد قدر أكثر من واحد من الكتاب تقديرات بنوها على آرائهم الخاصة ولكن مثل هذه التقديرات لا يمكن أن تقبل إلا على أنها تخمينات لا أكثر ولا أقل .

إلا أن المعروف لدى الناس أن عدداً كبيراً جداً من العلماء لا يزالون يعملون منذ سنين طويلة فى أعمال التنقيب عن خامات اليورانيوم وهذا يؤدى بنا إلى استنتاج أن تقدماً كبيراً لا شك قد تم الوصول إليه فى هذا المجال خاصة خلال العقد الحالى .

وتفيد التخمينات إلى أن أرض الاتحاد السوفياتى تحتوى على كميات وفيرة من

اليورانيوم ، وتؤكد المنجزات الروسية فى حقل القدرة النووية منذ عام ١٩٥٠ الاعتقاد السائد من أن البلاد تضم كميات ممتازة من المعادن النووية ، وأن العلماء السوفييت قد نجحوا فى الإفادة منها .

أما التوزع الإقليمى لخام اليورانيوم فى الاتحاد السوفياتى فغير معروف تماماً . ولكن المعروف أن تعدين اليورانيوم من خامات الجبال السكسونية (الارزغبرج) على الحدود بين ألمانيا الشرقية وتشيكوسلوفاكيا تحت الإشراف السوفياتى .

ومن خامات هذه الجبال استطاع العالم كورى وزوجته فيما مضى استخلاص الراديوم وهو من منتجات اليورانيوم ، وظلت هذه المناجم خلال سنين عديدة أهم وأكبر مصدر لمعدن الراديوم ، ومع ذلك فإن مجموع كمية أوكسيد اليورانيوم التى تم تعدينها فى هذه المنطقة منذ نهاية الحرب العالمية الثانية حتى الآن غير معروفة مطلقاً .

وتدل المعلومات التى سبقت عام ١٩٤٤ على وجود تكوينات اليورانيوم فى حوض فرغانة فى الصخور الرملية والكلسية بالقرب من طشقند ، إلا أنه توجد فى الاتحاد السوفياتى ولا شك رسوبات أخرى ولكن مواقعها غير معروفة تماماً .

(د) أوروبا :

على الرغم من أن البنية المعقدة لأوروبا الغربية تعتبر عاملاً مساعداً على تركيز كتل الخام ، فإنه لم يجر اكتشاف إلا عدد محدود من خامات اليورانيوم حتى الآن . وتتركز معظم المقاطعات الغنية نسبياً بهذا المعدن فى أوروبا الوسطى والغربية بالإضافة إلى خامات الجبال السكسونية التى سبق الحديث عنها . ويضاف إلى هذه المناطق منطقة كورن ويل Cornwall فى انكلترا ومنطقة المرتفعات البرتغالية والهضبة المركزية فى فرنسا ومنطقة الصخور الصفاحية السوداء فى السويد .

ولقد كانت البرتغال من أوائل المناطق المنتجة لمعدن الراديوم ولكنها أضحت منطقة لإنتاج اليورانيوم مؤخرًا . وقد تم العثور على المعادن الثانوية فى المرتفعات البرتغالية على أعماق بسيطة بالقرب من سطح الأرض فى حين أنه قد تم العثور على البيش بلند فى الأعماق الأكبر .

أما الإنتاج الفرنسى فيتركز على استغلال خامات اليورانيوم فى كل من الكتلة المركزية Massif central وفاندى Vendee على الطرف الجنوبى لكتلة الأرموريكان Armorican .

ويبدو أن فرنسا قد قامت بخطوات عملية كبيرة فى تطوير مصادر اليورانيوم فيها ومن المعلوم أنها استطاعت صنع قنابل ورؤوس نووية حربية قامت بتجربتها فى مناطق الصحراء فى إفريقيا الشمالية .

**(هـ) إفريقيا :**

عندما بدأت هيئة الطاقة النووية فى الولايات المتحدة أعمالها عام ١٩٤٧ كان معظم اليورانيوم الذى يستعمل فى أعمالها يستورد من كاتنكا فى إفريقيا والباقى من كندا ومن الولايات الغربية فى الولايات المتحدة الأمريكية .

ويعتبر منجم شنكولوبوه Shinkolobwe الذى يقع فى قلب القارة الإفريقية وعلى بعد ١١ ° درجة عرض جنوب خط الاستواء أهم المناجم الإفريقية بخاماته . ومنه حصلت هيئة الطاقة النووية الأمريكية على ما كانت تحتاج إليه من يورانيوم بعد اتفاقها مع اتحاد المناجم فى كاتنكا العليا خلال الحرب العالمية الثانية . ولقد كان هذا المنجم منذ عام ١٩٢٢ وحتى السنوات القريبة الماضية المصدر الرئيسى فى العالم لمادة الراديوم واليورانيوم . ولكن التقارير الأخيرة الصادرة عن الهيئة المسؤولة عن التعدين أشارت إلى استنفاد كتل الخام الرئيسية تقريباً فى هذا المنجم .

ويتركز الاهتمام اليوم على الجزء الجنوبى من القارة الإفريقية ، حيث تقوم صناعة اليورانيوم فيها على استرجاع مخلفات معدن الذهب الذى كان قد استخرج منها فيما مضى . على الرغم من ضآلة نسبة اليورانيوم فى مثل هذه المخلفات التى لا تزيد عن ٤٥٢ غراماً من أوكسيد اليورانيوم فى الطن الواحد . إلا أن ما يجعل عملية هذا الاسترجاع مربحة أن تكاليف التعدين الأساسية تنصب على الذهب لا على اليورانيوم وهذا على العكس تماماً مما يجرى فى استغلال خامات هضاب الكولورادو حيث يغل الطن الواحد من المادة الخام عدة كيلو غرامات من اليورانيوم إلا أن التكاليف تنصب على اليورانيوم نفسه . وهذا ما يجعل معالجة عدد من الأطنان فى جنوبى إفريقيا للحصول على نصف كيلو غرام من اليورانيوم عملية أكثر ربحاً .

وعلى الرغم من أن التقارير قد دلت على وجود احتياطى كبير من معدن اليورانيوم يفوق الموجود منه فى أى بلد آخر فى العالم ، لا يزال إنتاج اليورانيوم فى جنوب إفريقيا يعتمد حتى اليوم على توسع عمليات تعدين الذهب التى يحصل على اليورانيوم من مخلفاتها كمادة ثانوية .

## ٤ ـ ٥ طرق الإنتاج واستعمالات اليورانيوم

تستعمل فى تعدين خام اليورانيوم بصورة عامة نفس الطرق المتَبعة فى تعدين عدد كبير من خامات المعادن الأخرى دات الفلزات . وبصورة خاصة المناجم المكشوفة ومناجم تحت الأرض .

وتتساوى كمية المعدن من هذا الخام فى الولايات المتحدة من المناجم المكشوفة ومن مناجم تحت الأرض ، فى حين يكون جميع الإنتاج فى كندا وجنوبى إفريقيا من المناجم العميقة . أما فى ولاية كولورادو فتجرى حفريات سطحية واسعة اليوم ولكنها تستمر بالتعدين تحت الأرض كلما ازداد سمك الطبقات الصخرية التى تكسوها .

وتشمل عملية الحصول على الخام التى عرضنا إليها قبلا الإذابة والترسيب ، ثم يرسل (اليلوكيك) إلى مصافى الهيئات المشرفة على الطاقة النووية التى تقوم بإعداد المواد القابلة للانشطار التى تستعمل فى الأغراض السلمية أو فى أغراض التسلح .

### استعمالات اليورانيوم :

تقوم هيئة الطاقة النووية المعينة من قِبَل رئيس الولايات المتحدة الأمريكية بمسؤولية توجيه وتطوير الطاقة النووية فى الولايات المتحدة الأمريكية .

كما قامت بلاد أخرى كالاتحاد السوفياتى وبريطانيا وفرنسا وكندا وأستراليا والصين بإنشاء منظمات خاصة للإشراف على تطوير الطاقة النووية فى أراضيها . وقد شجعت هيئة الطاقة النووية المشاريع الخاصة فى الولايات المتحدة لتعدين وتحويل اليورانيوم منذ قيامها ، فى حين احتكرت حكومات الدول الأخرى المنتجة لليورانيوم الإشراف على إنتاجه وتسويقه منذ الحرب العالمية الثانية . ولا يعنى هذا أن الولايات المتحدة نفسها لم تقم ببعض الإشراف ، إذ اضطرت هذه الدولة المتقدمة فى الحقل النووى إلى التحكم فى حجم الإنتاج بواسطة خطة تعاقدية سارية المفعول حتى أواخر عام ١٩٧٠ ، وكان الغرض من هذه الخطة التخفيف بقدر الإمكان من إنتاج اليورانيوم بسبب الإنهاك الذى أصيبت به مصادره نتيجة عدم تنظيم عمليات الإستغلال .

وأهم استعمالات اليورانيوم بالطبع هى استعماله لصناعة القنابل النووية . إن قذف هيروشيما وناغازاكى بالقنابل النووية من الجو ثم إطلاق العديد من القنابل لغرض التجارب

من قبل الأمريكيين والسوفييت ثم بعد ذلك من قبل الفرنسيين فى الصحراء الجزائرية وأخيراً من قبل الصين . قد أثار الرعب من تخريب شامل يحتمل وقوعه فى حالة قيام حرب نووية بين الدول التى تمتلك هذه لقنابل ونتيجة هذا الخوف قامت جميع الدول الكبرى بزيادة قواتها العسكرية زيادة هائلة بحجة الدفاع عن النفس . مخفية مراميها فى إمكانية استخدام الطاقة النووية فى الأغراض العسكرية بادعاء استعمالها للأغراض السلمية .

وقد أعمى الخوف من التخريب المحتمل ـ لسوء الحظ ـ العامة من الناس ، حتى باتت قلة منهم تهتم بالنواحى الإنشائية التى تم التوصل إليها .

**( ا ) إستعمال الطاقة النووية فى توليد الكهرباء :**

لعل أهم الإمكانات الكامنة فى الطاقة النووية هو قابليتها للتحويل إلى كهرباء أو قدرة حرارية تستخدم فى الأغراض المدنية . ولم يكن أحد يعتقد لسنوات خلت أن هذه الطاقة يمكن لها أن تنافس فى المستقبل القريب موارد الطاقة الأخرى كالفحم والبترول والغاز الطبيعى وحتى مساقط المياه فى الأغراض الاقتصادية العادية . إلا أن ما استجد من تطورات حديثة قد أوضح إمكانية إقامة محطات توليد نووية على أسس اقتصادية عادية .

ويمكن أن ينتج باوند انكليزى (Pound) (٤٥٣.٥٩ غرام) من اليورانيوم أو البلوتونيوم (١٢) مليون ك . و . س من الطاقة الكهربائية أو أكثر مما يمكن الحصول عليه من (٦٠٠٠) طن من الفحم الحجرى .

فمنذ سنوات عدة كانت تكاليف إنشاء محطة لتوليد القدرة النووية تزيد على ضعف ما كانت تحتاجه محطة مماثلة لتوليد الطاقة الكهرا ـ حرارية Thermoelectric وعلى الرغم من بقاء تكاليف إنشاء المحطات النووية مرتفعة حتى الآن ، إلا أن النسبة لم تبق ذاتها اليوم . إن تكاليف الإنشاء بالنسبة لوحدة الاستطاعة المولدة تختلف إختلافاً بيناً مع حجم محطة التوليد النووية . لذلك تبين للمهتمين بهذا الأمر أن إنشاء محطات توليد واسعة عملية أكثر اقتصاداً من إنشاء المحطات الصغيرة ، لهذا فمن الصعوبة بمكان إعطاء نسبة صحيحة للتكاليف Specific cost ratio ولو أنها تتراوح بين ١,٥ و ١,٤ بالنسبة لتكاليف محطات توليد الطاقة الكهرا ـ حرارية مع بعض الاختلافات التى تعتمد على الموقع الجغرافى . ويعتبر هذا ولا شك تناقص مهم فى النفقات الأساسية التى تتطلبها إقامة هذه المحطات .

ومن المتوقع أن يؤدى إزدياد الخبرة فى إنشاء هذه المحطات وكذلك إنشاء المحطات

المتماثلة فى نماذجها إلى تخفيض أكبر فى نفقات الإنشاء الأساسية فى المستقبل .

أما بالنسبة لتكاليف تشغيل معامل الطاقة النووية فهى قريبة إلى حد ما من معدل تكاليف تشغيل المعامل التقليدية . هذا على الرغم مما تقتضيه إدارة هذه المعامل من تحقيق الأمن اللازم والتخلص من البقايا الخطرة والحاجة إلى أشخاص ذوى مهارة فائقة ، هذه الأمور التى تترجم عادة إلى تكاليف أكبر . ولكنها عندما تحسب فإنها تزيد قليلاً عن تكاليف الوحدة الكهربائية العامة .

إن تكاليف المحروقات الأساسية مرتفعة نسبيًا ، وذلك بسبب إرتفاع ثمن اليورانيوم ومشتقاته ، التى تستخدم كمحروقات فى هذه المحطات ، على الرغم من ضآلة الكميات التى يحتاج إليها ، وكذلك إرتفاع تكاليف عناصر الوقود المصنعة . إلا أن تكاليف المحروقات تصبح أخفض بكثير من تلك التى يتطلبها معمل يدار بالفحم إذا أمكن لمصنع نووى واسع أن يعمل إلى أقصى حمولته high load factor أى من ٨٠ إلى ٩٠٪ منها . ويميل هذا الإنخفاض فى تكلفة المحروقات إلى التخفيف من تكاليف الإنشاء المرتفعة وكذلك تكاليف الأعمال التأسيسية الأخرى .

ولقد تأرجح تطوير الطاقة النووية بين اتجاهين ، الأول مفرط فى تفاؤله بالمستقبل المباشر ، والثانى مفرط بتحفظه تجاه المستقبل البعيد ، بيد أن هذين الإتجاهين أخذا يقتربان الآن أكثر فأكثر من الواقع .

فمنذ أمدٍ ليس بعيد كان ينظر إلى الطاقة النووية كمورد صالح بصورة خاصة لرفع سوية المناطق البعيدة المتخلفة التى هى قيد التطور والتى تنقصها موارد الطاقة التقليدية ، كما أنها يمكن أن تكون ذات فائدة كبرى للمناطق القصية التى لم تتطور بعد كغروئنلندا والمنطقة المتجمدة الجنوبية ، إلا أن مثل هذه التطلعات لا تزال بعيدة جدًا عن الإمكانيات الطبيعية للتنفيذ الإقتصادى ، بسبب المرحلة التى بلغها تطور الطاقة النووية فى الوقت الحاضر .

لقد سبق أن بينا أن إنشاء معامل الطاقة النووية الكبيرة أقرب بكثير إلى الاقتصاد ، ومثل هذه المعامل تحتاج إلى أسواق واسعة يمكن الإعتماد على طلباتها . ولا يتحقق هذا الشرط إلا فى المناطق الكبيرة المتطورة من الناحية الصناعية التى تتميز بكثافات بشرية عالية وحيث يمكن للطاقة المولدة تغذية شبكات رئيسية بصورة دائمة .

وإذا تحققت مثل هذه الشروط أمكن استخدام الطاقة النووية للتحمل الأساسى base laoding بينما تستعمل المحروقات الأخرى لمواجهة الحمولات الفائضة أو الزائدة عن

التحميل الأساسى فى فترات الذروة . وتجد الطاقة النووية أحسن فرصها للدخول فى خطة توليد القدرة فى بعض أجزاء المناطق المتطورة بشكل جيد ، حيث تكون أثمان المحروقات التقليدية أعلى من الطبيعى بالنسبة للمنطقة .

وهكذا يتبين لنا ، وعلى العكس مما كان متوقعًا من قبل ، أن استخدام الطاقة النووية لأغراض توليد القدرة يميل لأن يكون أكثر فائدة من النواحى الاقتصادية للمناطق ذات الكثافات البشرية الكبيرة نسبيًا . وهذا بالطبع يجعل من الصعب التوفيق بين هذا الأمر والحاجة الماسة إلى ضرورة اتقاء المخاطر التى يمكن أن تنجم عن تشغيل مثل هذه المصانع والتى تتطلب انتقاء مواقع معينة منعزلة وبعيدة عن مثل هذه الكثافات لإقامة مثل هذه المصانع . ولكن إذا ما أصبح بالإمكان زيادة المسافات التى يمكن نقل القدرة الكهربائية إليها بطريق التيار المباشر ، أمكن التغاضى إلى حد ما عن مشكلة مواقع مصانع توليد الطاقة النووية .

حتى عهد قريب كان تطوير الطاقة النووية فى الولايات المتحدة لا يزال مشتركا بين رجال الصناعة والدولة وتتحمل فيه الدولة العبء الأكبر ، ويعود هذا بالطبع إلى أسباب عدة ، منها تحكم الدولة فى المحروقات النووية ومنها المبالغ الضخمة التى يحتاجها . هذا التطوير ولأسباب عديدة أخرى . إلا أن هذا الوضع قد أخذ يتبدل ولكن بالتدريج ، إذ أخذت رؤوس الأموال الخاصة تبذل اهتمامًا أكبر مما كانت تفعله من قبل فى بناء مصانع لتوليد الطاقة النووية دون أن تعتمد على مساعدة الدولة اعتمادًا كليًا .

ففى أوائل عام ١٩٧٠ كانت سبعة مصانع فقط من أصل سبعة عشر مصنعًا لتوليد الطاقة النووية فى الولايات المتحدة ملكًا للدولة ، فى حين أن العدد الباقى من المصانع القائمة أو التى كانت فى طريق الإنشاء كانت تعود إلى رؤوس الأموال الخاصة والجامعات .

وتحتل الولايات المتحدة حاليًا المرتبة الأولى فى العالم ، إذ تبلغ طاقة معاملها (٣٨,٥) ألف ميجا واط ساعة أو ما يعادل ٤٨,٤٪ من الطاقة الإنتاجية للمفاعلات النووية فى العالم .

أما فى بريطانيا فقد استعملت الطاقة النووية أول ما استعملت لتغذية شبكات الكهرباء الوطنية عام ١٩٥٦ ، ومن المتوقع أن تكون هذه الطاقة قد أمنت حوالى ١٠ ٪ من القدرة التى تحتاجها البلاد بواسطة إثنى عشر معملاً فى نهاية عام ١٩٧٠ ومن الطبيعى أن يتم إنشاء

هذه المعامل فى المناطق البعيدة عن حقول الفحم الحجرى المستغلة ، وفى المناطق التى ظهر فيها طلب متزايد ملحوظ على الكهرباء ، وتبلغ الطاقة المركبة لمحطات النووية فى بريطانيا حاليًا (٢٧١٩٦) مليون ك . و . س أو ما يعادل ٤٢ ٪ من الكهرباء الذرية فى العالم .

وقد بنت دول أخرى محطات لتوليد القدرة النووية كالاتحاد السوفياتى واليابان وألمانيا الغربية وفرنسا .

وعلى الرغم مما تقدم لا تزال القدرة النووية بعيدة عن أن تحل محل جميع أشكال الطاقة الأخرى ولن تستطيع أن تحل محلها خلال وقت قصير كما سبق أن توقع لها البعض ، ولو أنه قد أصبح لهذه الطاقة مكانتها بين أنواع الطاقة الأخرى ، هذه المكانة التى لا شك أن أهميتها ستزداد تدريجيًا ومع الزمن .

**(ب) استعمالات الطاقة النووية الأخرى :**

من أقل الأمور المعروفة عن استعمالات اليورانيوم ولكن من أكثرها أهمية ، إستعماله لحفظ الأغذية وكعلاج طبى وللأبحاث العلمية ، وقد أدت هذه الاستعمالات إلى إيجاد العديد من المنتجات ومن طرق المعالجة الصناعية ، كما تستخدم الطاقة النووية فى النقل البحرى - (خاصة الغواصات وحاملات الطائرات) .

إن الاستفادة من اليورانيوم فى الأفران الذرية ذات التفاعل التسلسلى Chain reacting atomic piles يثمر منتجات ثانوية ثمينة على شكل نظائر متعددة العناصر يمكن بنتيجة البحث العلمى استعمالها فى المعالجة الطبية . وهذه الاستعمالات الحاضرة على قلتها تبشر بالأمل فى تزايد عددها بسرعة كبيرة فى المستقبل القريب .

## ٥ - ٥ تجارة اليورانيوم والاحتياطى العالمى

تقتصر عملية المتاجرة باليورانيوم على الدول الكبرى تقريبًا ، ويحتمل أن تكون الولايات المتحدة أكبر مشتر لهذه المادة يليها مباشرة الاتحاد السوفياتى الذى تعادل مشترياته مشتريات الولايات المتحدة نفسها تقريبًا .

وأهم الدول المصدرة لهذا المعدن هى كندا التى تصدر إنتاجها بصورة خاصة إلى،

الولايات المتحدة وبريطانيا ، يليها فى الأهمية اتحاد جنوب إفريقيا الذى يصدر إنتاجه بالدرجة الأولى إلى بريطانيا ثم إلى الولايات المتحدة .

أما ألمانيا الشرقية وتشيكوسلوفاكيا وبلغاريا فتصدر خام اليورانيوم إلى الاتحاد السوفياتى. وهكذا نرى أن الدول المنتجة هى الدول التى لم يتطور فيها استعمال الطاقة النووية ، فى حين أن الدول المستوردة هى الدول التى تقدمت فيها الأبحاث النووية للسلم والحرب .

وعلى الرغم من أن إنتاج اليورانيوم لا زال مقتصرًا على بعض الدول فقط ، إلا أن عنصر اليورانيوم موجود تقريبًا فى كل مكان من القشرة الأرضية ، فهناك الكثير من الكتل الصخرية التى تحتوى على نسبة ضئيلة من اليورانيوم تقدر بواحد إلى مئة ألف ، ولكن مثل هذه التجمعات تعتبر ذات نسبة منخفضة جدًا لا تصلح للتعدين بطرق الاستغلال المتوفرة فى الوقت الحاضر .

ومع أن أكثر من ثمانين معدنًا من المعادن المعروفة تحتوى على مقادير وفيرة من اليورانيوم ، إلا أن بعضها فقط يمكن اعتباره مصدرًا ملائمًا للمادة الخام . وأحسن التجمعات Concentrations التى يمكن استغلالها بالوسائل المتوفرة اليوم هى تلك التى تحتوى على ثلاث أو أربع باوندات من أوكسيد اليورانيوم فى كل طن يعالج من الصخور . ويوجد الاحتياطى الذى يمكن استغلاله بأخفض التكاليف اليوم والذى يقدر بحوالى مليون طن فى كل من الولايات المتحدة وكندا وإفريقيا الجنوبية وأستراليا . ولا يزال هذا التقدير فى حكم الاحتمال أو بمعنى آخر تقدير متحفظ .

وتقدر بعض المراجع المواد الأولية الحاوية على اليورانيوم والثوريوم فى القشرة الأرضية ولعمق ثلاثة أميال بـ $١٠^{١٢}$ طن . وإن الاحتياطى المعروف حتى الآن من الفلزات الغنية بهذين المعدنين لا يتجاوز $٢ \times ١٠^{٦}$ طن .

وإذا فرض أن التقدم التقنى سوف يخفف من سعر التكلفة ليساوى الباوند من المعدن ما قيمته ١٠٠ دولار أمريكى ، يقدر الاحتياطى المعروف فى العالم (وهذا ليس مؤكدًا تمامًا) فى هذه الحالة بعشرين مليون طن من اليورانيوم ومليون طن من الثوريوم ، وثلث هذه الكمية فقط يمكن استخراجها بشكل اقتصادى .

إن الباوند الواحد من هذه المواد يستطيع أن يقدم $٣ \times ١٠^{١٠}$ وحدة حرارية

بريطانية[1]. فتكون القدرة الاحتياطية مساوية لـ ٤ × ١٠ ^٢٠^ وحدة حرارية بريطانية. وهذه الكمية من القدرة أكبر عدة مرات من مخزون القدرة المستحاثة ، هذا مع العلم أن الاستهلاك الكلى من القدرة فى العالم يقارب ١٠ ^١٦^ وحدة حرارية بريطانية . وأن كمية القدرة المخزونة فى المحروقات المستحاثة والتى يمكن استخراجها بضعف سعر تكلفتها الحالية يعادل ٤ × ١٠ ^١٩^ وحدة حرارية بريطانية ، وإذا قصرنا إنتاج القدرة على هذا النوع من المحروقات فإنها ستنفذ بعد مائة عام على أبعد تقدير ، ومن هنا يتبين لنا أهمية تطوير الطاقة النووية لخير البشرية .

وفى الواقع أن الوصول إلى تحديد نهائى لمقدار الاحتياطى من المحروقات المختلفة يتطلب من العالم القيام بدراسات وإستكشافات ميدانية ومخبرية كثيرة لم يقم بها أحد من المهتمين بهذا الأمر على هذا النطاق حتى الآن .

ولا تزال مهام تحديد مواقع وجود اليورانيوم وتحضير خاماته للأغراض الصناعية معضلة تتطلب استخدام مهارة الإنسان .

أما بالنسبة للكتلة السوفياتية فإن تحديد الاحتياطى أمر من الصعوبة بمكان .

## ٦ ـ ٥ مصادر الطاقة الأخرى

**١ ـ الطاقة الشمسية** : تمثل الأشعة الشمسية المصدر الأكبر والمخزون الدائم المتجدد للطاقة . فالأشعة الشمسية الهائلة تنتج فى الجو البعيد من الانفجارات المستمرة لذرات غاز الهيدروجين . لذلك أطلق عليها البعض إسم «القنبلة الهيدروجينية السلمية» . ولا تكاد توجد بقعة من سطح الأرض المأهول بالسكان إلا وتتمتع بحرارة الشمس وإن اختلف الحال حسب خطوط العرض . فأكثر المناطق غنى بأشعة الشمس هى تلك المناطق الواقعة بين المدارين ، حيث تكون الشمس عمودية أو شبه عمودية فى أكثر أيام السنة ، بينما تكون مائلة فى الأفق ، كلما ابتعدنا شمالاً وجنوبًا عن المنطقة السابقة حتى نصل إلى المناطق القطبية ، حيث تكون أشعة الشمس فى أقصى ميلها ، وتقل مدة التشمس ، وبالتالى

(١) الوحدة الحرارية البريطانية تساوى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة باوند من الماء درجة واحدة فهرنهايت .

تقل فائدة وفعالية الأشعة الشمسية ، لذلك يسود الجليد فى العروض العليا شمالاً وجنوبًا على سطح الكرة الأرضية . ومن الجدير بالذكر أن أكثر المناطق غنى بالطاقة الشمسية فى عالمنا المعاصر هى المناطق الصحراوية والاستوائية . ويلاحظ أن هذه المناطق من أكثر بقاع الكرة الأرضية تخلفًا لأسباب طبيعية متباينة : فنى الصحارى يكون الجفاف وشدة التشمس السبب الأساسى للتخلف ، وفى المناطق الاستوائية تكون الرطوبة وغزارة الأمطار والحرارة هى أسباب التخلف . ونأمل أن تكون حرارة الشمس المحرقة فى هذه المناطق باعثًا أساسيًا لتطور هذه المناطق فى المستقبل غير البعيد . وبالمقابل فإن أسباب خلو مساحات كبيرة من الأرض المتجمدة فى المناطق القطبية ، وتخلف الشعوب القاطنة على أطراف تلك المناطق يعود بالدرجة الأولى إلى ضعف الطاقة الشمسية هناك .

وقد دأب العلماء على إجراء التجارب وتطوير الآلات التى تمكن من الاستفادة من هذا المصدر الضخم للطاقة والذى لا يعدله مصدر آخر ، من حيث الاستمرارية والوفرة ، ومجانية الثمن . وقد تكاثفت جهود العلماء فى السنوات الأخيرة ، خاصة بعد ارتفاع أسعار النفط ، وتناقص احتياطى العالم ، وازدياد الإنتاج .

وقد توصلت الجهود العلمية إلى بعض التطبيقات العلمية للاستفادة من الأشعة الشمسية فى مجالات عدة ، وإن كان شيوع استخدامها مازال محدودًا لأسباب فنية واقتصادية .

إن نجاح العلماء بالتوصل إلى إمكانية استخدام الأشعة الشمسية وتحويلها إلى إشكال الطاقة المختلفة (حرارية ، ضوئية ، حركية) يعنى انقلابًا كبيرًا فى عالم الطاقة وتغييرًا هامًا فى جغرافية الطاقة . لكن الحال سيبقى شبيهًا ، من جهة أخرى ، بوضع البترول الحالى من الناحية التقنية على الأقل ، فالبلدان المتقدمة تقنيًا ستبقى سيدة الموقف ، لأن استغلال الطاقة الشمسية يتوقف أولاً وأخيرًا على تقدم الآلة الصناعية ، فالدول الصناعية والمتقدمة علميًا هى التى تسيطر بشركاتها الكبرى وخبراتها الفنية ، وقدراتها المالية ، على صناعة استخراج وتكرير البترول فى العالم ، وإن كان بعضها لا يملك قطرة واحدة من البترول الخام فى أراضيه الوطنية .

ومن التطبيقات المبكرة لاستخدام الطاقة الشمسية هو « الفرن الشمسى » حيث يتم بواسطته تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية وحرارية ضخمة . ومن أقدم هذه الأفران

ما بنته الولايات المتحدة فى ولاية نيومكسيكو وفى أعالى جبال تلك الولاية . وهو مزود بمرآتين كبيرتين قطر الواحدة يبلغ نحو (٥٠) مترًا . وتجمعان أشعة الشمس فى بقعة قطرها (٥) بوصات ، وتولدان حرارة تبلغ (٧٠٠٠) درجة فهرنهايت . ويستخدم هذا الفرن . للأبحاث العلمية ، خاصة الأبحاث النووية . وأبحاث الفضاء . ومصادر الطاقة الأخرى .

كما تستخدم الطاقة الشمسية على نطاق أوسع فى مجال التدفئة المنزلية . وذلك بوضع جهاز من المرايا على السطح يجمع الشمس فى بقع صغيرة ينتج عنها حرارة مرتفعة تستخدم فى تسخين الماء الذى يمر عبر الأنابيب المنتشرة فى أركان المنزل والتى تشع بدورها الدفء والحرارة ، على غرار التدفئة المركزية التقليدية . والتى يستخدم فيها الفحم أو البترول كمصدر للحرارة .

كما استطاعت بعض المصانع فى أوروبا وأمريكا من استغلال الطاقة الشمسية . ليس فقط بتحويلها إلى حرارة ، بل استطاعت استغلالها فى التبريد لإنتاج كميات كبيرة من الجليد .

كما عم استعمال الطاقة الشمسية فى صناعة تحلية مياه البحر . وقد أقيم هذا العام (١٩٨١) أول مصنع من هذا القبيل فى منطقة الشرق الأوسط فى المملكة العربية السعودية على الخليج العربى . وقد استغلت هذه المعامل من قبل فى صحارى أمريكا الجنوبية للحصول على آلاف الأمتار المكعبة من مياه الشرب . إن التوسع فى هذا المجال ، وخاصة إرتفاع طاقة المعامل ورخص أجهزتها ، يبشر بمستقبل أكثر تفاؤلاً بالنسبة للمناطق الصحراوية الفنية بالطاقة الشمسية والخالية من الماء اللازم للشرب.

كما أجريت تجارب عديدة لاستعمال الطاقة الشمسية فى وسائل النقل ، وقد أمكن استخدامها فى السيارات والطائرات بسرعة تتراوح بين ٥٠ ـ ٨٠ كم فى الساعة . ولكن المشكلة التى لم تحل بالنسبة للسيارات هى مسألة تعبئة مجموعة البطاريات الخازنة للطاقة والتى تنفد بعد مسافة قليلة (٢٠٠ ـ ٣٠٠ كم) ولابد من الوصول يومًا إلى حل كل المعضلات العلمية التى مازالت تحد من استغلال هذا المصدر الهائل للطاقة فى مختلف الاحتياجات البشرية .

**٢ ـ طاقة المد والجزر** : إن ارتفاع مستوى ماء البحر بالنسبة للشواطىء المجاورة ثم انحساره عنها فى أوقات محددة وبشكل متواتر ، قد جلب انتباه العلماء والباحثين فى مجال

الطاقة . إذ أن ارتفاع الماء فى بعض الأماكن فى أوقات المد قد يصل إلى (٧) أمتار ، يمكن استخدامه ـ كما يستخدم المسقط المائى فى الأنهار ـ لإدارة العنفات (التوربينات) وتوليد الطاقة ، بقليل من الإنشاءات والآلات . بل لقد فكر البعض بالاستفادة من الأمواج العالية نفسها فى بعض المناطق من العالم للحصول على الطاقة .

وعلى كل حال مازالت طاقة المد والجزر والأمواج البحرية فى عداد الاحتياطى العالمى ، يمكن أن يأتى اليوم الذى يستخدم فيه على نطاق أوسع فى المناطق التى تتوافر فيه ، بشكل أفضل ، شروط المد والجزر والأمواج العالية مثل شواطىء بحر المانش وبحر الشمال وامتداداته شمالاً حتى النرويج وشواطىء بريطانيا .

وقد استغل البريطانيون طاقة المد والجزر فى جنوب ويلز ، فى مصب سيفرن (Severn) حيث يستمر المد العالى نحو (٣) ساعات .

كم أقيم مصنع آخر (روتور Rotors) على خليج نمسكونيا فى فرنسا لاستغلال طاقة المد والجزر .

**٣ ـ حرارة الأرض والبحر** : من مصادر الطاقة الكونية التى استرعت الانتباه ، والتى تشكل خزانًا مفيدًا لاستعمالات عديدة ، هى الحرارة المنبعثة من جوف الأرض مع الينابيع الحارة فى مناطق البراكين الخامدة والصدوع الأرضية العميقة . فى بعض الأماكن الغنية بالبراكين تستغل هذا المصدر الحرارة لتبخير الماء وإدارة المحركات البخارية والمولدات الكهربائية وفى أغراض الصناعة ، كما هو الحال فى ايطاليا (توسكانيا) وفى الولايات المتحدة (كاليفورنيا) .

ومن أفضل الأمثلة على الاستفادة من حرارة المياه الجوفية ما نجده فى جزيرة (ايسلندا) الواقعة فى العروض العليا الشمالية والتى تتجمد فيها المياه الجارية والبحيرات أكثر أيام السنة . فى داخل هذا البلد تتزود بحيرة (تنجفالا Thingvala) من عدة ينابيع حارة ، مما يمنع عنها التجمد ويجعلها مهبطًا ممتازًا للطائرات البحرية . كما تنقل المياه الساخنة بواسطة الأنابيب إلى العاصمة (ريكيافيك Reykiavik) حيث تستخدم فى التدفئة فى المبانى العامة والمشافى . كما تستخدم المياه الحارة هنا فى المصانع لغسل الثياب ، كما تستخدم حرارة المياه الجوفية فى زراعة بعض المحاصيل فى البيوت الزجاجية .

أما بالنسبة لاستخدام حرارة البحار ، فقد تم اختراع آلات كهربائية تمتص الحرارة من

أعوق المياه تحت خط الصقيع وتنقلها إلى المنازل فى المناطق الباردة . كما أمكن استخدام مثل هذه الآلات لامتصاص الحرارة من باطن الأرض بنفس الطريقة ولنفس الأغراض .

**٤ ـ طاقة الرياح** : لقد اكتشف الإنسان طاقة الرياح واستخدمها منذ العصور الموغلة فى القدم . بل إن اكتشاف هذه الطاقة واستخدامها من قبل الإنسان قد سبق اكتشافه واستخدامه لمصادر الطاقة السابقة الذكر بآلاف السنين .

ومن أقدم التطبيقات على استخدام طاقة الرياح هى المراكب الشراعية التى شاع استخدامها فى شتى بحار وأنهار العالم ، وظلت سيدة النقل البحرى من حيث عددها وحمولتها حتى أواخر القرن التاسع عشر . ولم تستطع مصادر الطاقة المختلفة أن تنهى استخدام الشراع فى وسائل النقل البحرية حتى وقتنا الحاضر . ولقد تراجع النقل الشراعى بشكل كبير بسبب سيادة سفن النقل العملاقة التى تسير بقوة المحركات .

كما يعد استخدام الدولاب الهوائى الخشبى ثم المعدنى . لضخ المياه من الآبار . من أقدم التطبيقات الواسعة النطاق للاستفادة من طاقة الرياح خاصة فى قارات أوروبا وآسيا وأمريكا . بل مازال الدولاب الهوائى الفولاذى مستخدمًا لضخ المياه فى جهات متعددة من العالم . كما فى الأرجنتين (البمبا) ، والمكسيك (يوكاتان) ، وسوريا (البنك) .

وقد تراجع استخدام طاقة الرياح بشكل كبير ، بسبب تقلب الرياح من جهة ، واختراع المضخات الكهربائية من جهة أخرى . ويمكن القول أن طاقة الرياح لا تلقى الاهتمام الكافى فى الوقت الحاضر ، ومازال استخدامها مقتصرًا على الوسائل القديمة المتخلفة ، باستثناء بعض الاستخدامات الحديثة فى المجال الرياضى والترفيهى بحرًا وجوًا .

# الباب الثانى

# المـوارد المعدنية

الفصـل الأول : إستخراج وتصنيع فلزات الحـديد .

الفصـل الثانى : فلزات خلائط الحـديد .

الفصـل الثالث : الفلزات غير الحـديدية .

# الفصـــل الأول

# استخراج وتصنيع فلزات الحديد

مقابل كل طن من النحاس يجرى إنتاجه فى الولايات المتحدة الأمريكية يتدفق مائة طن من الفولاذ من الأفران العالية . وذلك لأن الفولاذ أضحى يستعمل اليوم فى جميع الآلات والآلات الصانعة للعدد . كما أنه يستعمل فى جميع المنتجات الدائمة كالسيارات والبرادت إلخ وفى مصنع الهياكل الداخلية للأبنية العظيمة وبكلمة مختصرة أصبح الفولاذ أساسًا لجميع صناعات التصنيع .

ولقد استعمل الفولاذ بهذه الكثرة بسبب متانته الكبيرة بالقياس إلى صغر كتلته ورخص ثمنه . والفولاذ إنتاج متعدد المزايا يمكن أن يستخدم فى العديد من الأغراض . فبعضه ذو قوة شد عالية لذلك استعمل كحبال للمراسى . وبعضه الآخر مقاوم للتآكل والتلف لذلك استعمل هذا الفولاذ الذى لا يصدأ لصنع الأدوات التى تتعرض لعوامل الجو المختلفة . ومنه ما هو مقاوم للضغط الكبير لذلك تصنع منه النوابض . كما أن بعضه مقاوم لتزايد الأثقال لذلك فقد استعمل فى الآلات المتحركة على الأرض .

وقد يحتوى الفولاذ على إحدى هذه الخصائص أو على عدد منها ومع ذلك فهو من أرخص المواد رغم خواصه . وإذا قارنا سعر الفولاذ ببعض المعادن الأخرى كالنحاس والألمنيوم وجدنا أن سعرها يفوق سعره ثلاثة أو أربعة أضعاف بل أكثر .

ويتوقف رخص ثمن الفولاذ على عوامل عدة أهمها كثرة انتشار مناجم الخامات الحديدية على سطح الأرض ثم إمكانية تحويل خام الحديد فى أماكن الإستغلال بسهولة وبتكاليف منخفضة نسبيًا إلى فولاذ .

ويترادف الفولاذ مع الصناعة فى زمننا هذا ويعتبر إنتاج الدولة منه بالنسبة للفرد الواحد مقياسًا مباشرًا لدرجة تقدمها الصناعى . فالدولة المتفوقة صناعيًا كالولايات المتحدة والاتحاد السوفياتى وألمانيا الغربية وبريطانيا مثلا يتراوح إنتاجها السنوى

بالنسبة للفرد بين ٣٥٠ ـ ٥٠٠ كغ من الفولاذ فى حين يصل إنتاج الدول الأقل تقدمًا من الناحية الصناعية كالصين والهند والبرازيل إلى أقل من ٢٠ كغ بالنسبة للفرد . أما الدول المتخلفة فليس لديها أى إنتاج منه .

## ١ ـ ٦ أنواع معادن الحديد

يوجد فى الطبيعة عدد كبير من الخامات أو الصخور التى تضم الحديد ولكن أربعة منها هى المشهورة منها بسبب إمكانية استغلالها فى جميع أنحاء العالم وهى الهماتيت Hematite والمغنتيت Magnetite والليمونيت Lemonite والسيديريت Sederite . أما التاكونيت Taconite فليس بصخر حديدى ولكنه عبارة عن صخر سيليسى (رملى) يضم حوالى ٣٠٪ من الهماتيت والمغنتيت . ويدعى هذا المركب فى الولايات المتحدة باسم جاسبلايت Jaspilite .

### ( ا ) الهماتيت $Fe_2O_3$ :

هو من اهم الخامات الحديدية فى الصناعة فى العالم ، يحتوى الخام نفسه على ما يقرب من ٧٠٪ من الحديد . ولكن تكويناته تضم عند تعدينها غالبًا موادًا أخرى إضافة إلى المعدن نفسه وتدعى مثل هذه المواد بالفلزات المعدنية . ولهذا السبب كانت نسبة الحديد المتوفرة فعلا فى هذه الخامات أقل مما أشرنا إليه . وتعدن خامات الهماتيت عادة إذا تراوحت نسبة الحديد فيها بين ٤٨ ـ ٥٢٪ كما هو الحال فى مينسوتا ويومنغ فى الولايات المتحدة الأمريكية . وإذا صدف أن ازدادت نسبة الشوائب وانخفضت لذلك نسبة الحديد فى الخام قلت قيمته الاقتصادية بالطبع ، حتى قد يصل الأمر إلى اعتباره غير ملائم للاستغلال الاقتصادى .

وتكون خامات الهماتيت غالبًا محمرة أو مائلة إلى الإحمرار (قرميدية اللون) . وعلى الرغم من قلة انتشار هذا الأوكسيد الحديدى فى أمريكا الشمالية إلا أنه يحتل المرتبة الأولى من حيث الأهمية الصناعية وذلك بسبب ارتفاع نسبة الفلزات فى توضعاته ، وسهولة تعدين خاماته وإذابتها .

**(ب) المغنيت** $Fe_3O_4$ :

المغنتيت من أغنى الخامات الحديدية المعروفة على سطح الأرض بفلزات الحديد . وتكون بعض أنواعه عبارة عن مغناطيس طبيعي يدعى باسم لودستون Lodestone .

وهو ذو لون أغمق من الهيمانيت والليمونيت . إذ يتراوح بين البنى الغامق والأسود . ويضم المغنتيت حوالى ٧٢،٤٪ من الحديد . ولكن الخام يعتبر ممتازًا فى عمليات التعدين الفعلية إذا كان ما يضمه من حديد يتجاوز ٦٠٪ من مجموع الكمية المستخرجة . ولكنه قد يستغل حتى لو وصلت نسبة ما فيه من حديد إلى ٣٥٪ كما هو الحال فى الصين .

**(جـ) الليمونيت :**

يعتبر الليمونيت أو الخام البنى أكثر أكاسيد الحديد انتشارًا فى العالم . وهو مركب كيماوى يضم كميات متفاوتة من الماء الذى يعتبر شيئًا اساسيًا فيه . ومعظم الليمونيت هو من نوع الغوثيت Goethite الذى يرمز إليه كيماويًا بـ $HFeO_2$ الذى يضم حوالى ١٠٪ من الماء فى تركيبه . ولكن الليمونيت قد يضم كميات إضافية من الماء بأشكال غير محددة وهو كثير الإنتشار على سطح الأرض ويكون على درجات مختلفة من القساوة . أما لونه فيتراوح بين الأصفر والبنى الغامق ، وهو يعطى عادة لونًا مصفرًا أو محمرًا للترب التى يوجد بها ، ولكنه لا يكون خامًا صالحًا للإستغلال إلا حيث يوجد على شكل كتل واسعة إلى حد يصلح للقيام بعمليات تعدين ناجحة .

ولا تتجاوز نسبة ما تحتوى عليه خامات الليمونيت من حديد قابل للاسترجاع الـ ٥٠٪ ، وكثيرًا ما نجد أنواعًا منه تقل نسبة ما فيها من حديد عن ٣٨٪ ، ومع ذلك فإنها تعتبر صالحة للاستغلال إلى حد ما فى كل من فرنسا وبريطانيا حتى أن بعضها يستغل هناك رغم أن نسبة الحديد فيها تقل عن ٣٠٪ .

**( د ) السديريت :** $FeCO_3$ :

تؤلف الخامات الثلاثة التى وصفناها باختصار قبل قليل المصادر الرئيسية للحديد فى العالم ، والثلاثة معًا فى الأصل عبارة عن مركبات كيماوية تختلف بنسبها ، وتتألف من عناصر الحديد والأوكسجين . وفى الماضى اعتمد صناع الحديد إعتمادًا كليًا على فحمات الحديد المسماة بالسديريت التى تتألف كيماويًا من حديد وكربون وأوكسجين .

ويضم السديريت حوالى ٤٨٪ من فلز الحديد ولكن عند تعدين تكويناته نجد أنها تضم موادًا عديدة أخرى مما يؤدى إلى خفض نسبة الحديد فى مجموع الكميات المستغلة من هذا المعدن .

وعلى الرغم من أن نسبة الفلز فى هذا الخام أقل مما هو عليه الحال فى خامات الأكاسيد ، نجد أنه استعمل منذ القديم لكونه حرًا من جميع أنواع الشوائب التى يصعب التخلص منها فى عملية الإذابة . وتعود شهرة مدينة سولنجن فى ألمانيا منذ زمن طويل إلى جودة إنتاجها من الفولاذ الممتاز الذى تحضر منه أشهر أدوات القطع ، وتستعمل مصانع سولنجن السديريت لصنع هذا الفولاذ .

وتتعدد الرواسب التى تضم خامات الحديد التى تتألف من واحد أو أكثر من الفلزات الحديدية التى سبق أن بحثنا عنها فى العالم . ويصبح هذا بصورة خاصة على الرواسب المسماة رواسب الخامات المستنقعية Bog-ore deposits ، إذ يتألف معظمها من الليمونيت الذى ينتشر فى العديد من المستنقعات الموحلة المبعثرة فوق البقاع المصابة بالتجلد القارى الحديث ، وقد استعملت مثل هذه الرواسب فى الماضى فى انكلترا الجديدة فى عهد الإعمار الأول لأمريكا ، ولكن طرق إذابة الحديد وصناعة الفولاذ الحديثة أضحت تتطلب كميات من الخام تفوق ـ ـ التى تتوفر فى مثل هذه المستنقعات لذلك فقد أعتبرت مناجمها غير مناسبة للاستغلال الاقتصادى .

وعلى الرغم من كثرة التوضعات الحديدية التى جرى اكتشافها جيولوجيا لا نجد إلا عددًا محدودًا نسبيًا ذا أهمية للصناعة وذلك بسبب ضآلة نسبة ما فيها من فلزات حديدية .

## ٢ ـ ٦ تطور صناعة الحديد والفولاذ

يتم الحصول على الحديد بواسطة عمليات اختزال كيماوية سهلة Reduction تقلل من مركبات أوكسيد الحديد . ويعمد مبدئيًا إلى تسخين الخامات الشائعة كالهماتيت والمغنتيت بوجود وسيط اختزال مناسب كالفحم الخشبى أو الكوك الذى يتحد مع الأوكسجين الموجود فى الخامات ويؤدى إلى الحصول على الحديد الفلزى .

ويعتقد أن سكان ما يعرف اليوم بتركيا كانوا أول من قام بإذابة الحديد حوالى ٢٠٠٠ ق.م وكانت عملية الإذابة تجرى فى أفران بدائية استعمل فيها الفحم الخشبى ، وكانت

تتطلب استعمال منافيخ هوائية تعمل باليد لزيادة الحرارة ، وبهذه الوسيلة كان يتم احتراق الأوكسجين ويتخلص الخام منه تاركًا نتاجًا يسمى الحديد الإسفنجى Sponge iron وتحسن نوعية هذا الحديد بواسطة الطرق ليتخلص من بعض شوائبه ولتصنع منه الأشكال المطلوبة .

وظلت هذه الطريقة تستعمل مدة طويلة حتى تم إيجاد الحرارة المرتفعة التى تكفى لإذابة الحديد فعلاً . واليوم وعلى الرغم من التقدم الكبير الذى أصاب صناعة الحديد والفولاذ لا زال العديد من أفران الحديد البدائية يعمل فى بعض المناطق النائية فى إفريقيا وغيرها من بلاد العالم .

وتم خلال القرن الثامن عشر استبدال الفحم الخشبى الذى كان يستعمل كوقود لإذابة الحديد فى البلاد البريطانية بنوع جديد من الوقود هو الفحم الحجرى ، وذلك لأن المتوفر من أخشاب الغابات الإنكليزية كان قد تقلص إلى حد كبير مما استحال معه الحصول على الكميات اللازمة منه لعملية الإذابة ، ولهذا اضطر صناع الحديد لإيجاد محروقات مناسبة : وقد أثبت الفحم الدهنى الممتاز أنه أحسن بديل لفحم الخشب ، لأنه يحتوى على نسبة مرتفعة من الكربون المثبت مما يساعد على إذابته Fuse إلى كوك بواسطة الحرارة وبوجود كميات محدودة من الأوكسجين .

إلا أن الحديد الذى نتج عن هذه العمليات أول الأمر كان أقل جودة من ذلك الذى كان يجرى إنتاجه باستعمال الفحم الخشبى ، ولكن لم تلبث صناعة الحديد أن تمكنت من تجاوز الصعوبات حين أصبح الكوك فى أوائل القرن التاسع عشر مادة المحروقات الرئيسية لإذابة الحديد فى البلاد البريطانية ، ثم أصبح المادة الرئيسية لهذه الإذابة بعد فترة من الوقت فى بقية البلاد الأخرى فى أوروبا والولايات المتحدة .

وتجرى اليوم عملية اختزال الخامات فى الأفران العالية Blast furnaces التى تعمل بصورة مستمرة لعدة أشهر فى كل مرة تعمل فيها حيث تغذى هذه الأفران بالكوك والخام بإستمرار من أعلاها ، كما تجرى تغذيتها بكميات قليلة من الحجر الكلسى أو الدولوميت التى تساعد على عملية الصهر حيث تعمل على تجميع المواد الدخيلة أى الشوائب الموجودة مع الخام على شكل خبث Slag يطفو فوق الحديد الذائب بحيث يمكن فصله بسهولة عنه . وينفخ من أسفل هذه الأفران هواء ساخن بصورة مستمرة وذلك لزيادة الحرارة الناجمة عن احتراق الكوك ويساعد بذلك على تسهيل عملية تحويل الخام .

وبنزل الحديد المصهور من الفرن عند قاعدته على فترات متقطعة ، وتنتج الأفران العالية الكبيرة عادة حوالى /٢٠٠٠/ طن فى اليوم أو أكثر من /٦٠/ ألف طن فى الشهر . ويسمى الحديد الناجم عن هذه الأفران الحديد الكتلى (الصب) Pigiron الذى يحتوى من ٣ إلى ٥٪ من الكربون بصورة عامة بالإضافة إلى كميات متفاوتة من الشوائب الأخرى . ثم تجرى تنقية الفلزات بعملية تتضمن أكسدة هذه الشوائب بحيث تبقى الفلزات الحديدية بالنتيجة نقية تقريبًا .

أما تكييف تركيب الحديد الناجم عن هذه العملية بالشكل المطلوب فيتم بواسطة إدخال نسب محددة من المواد التى تمنح الحديد القساوة المرغوب بها ، وما زال الكربون وأهم الموادالمستعملة لهذا الغرض حتى الآن ، وينتج عن عملية التكييف هذه المادة المسماه الفولاذ .

ويمكن لهذه العمليات الإنتاجية الثلاثة الأساسية أن تتم بطرق عدة ففى عام ١٨٥٦ قام (بسمر) باختراع وعاء مبطن بحجر رملى مهيأ بطريقة تمكن من نفخ الهواء فيه بشروط الضغط العالى عبر الحديد المذاب ومن قاعدة هذا الوعاء . وتستخدم الحرارة المنطلقة من الحديد المصهور لرفع حرارة الهواء المنفوخ إلى الحد الذى يساعد على أكسدة بعض الشوائب المرافقة للخامات كالكربون والمنغنيز أو السيليكون .

وقد جرى تحسين هذه العملية التى تدعى بطريقة (بسمر) فى عام ١٨٧٨ باستعمال بطانة من الحجر الكلسى ، وقد مكن استعمالها من الاستفادة من الخامات التى تضم نسبة مرتفعة من المواد الفوسفورية أكثر مما كان مستطاعا من قبل .

وبين عام ١٨٥٧ ــ ١٨٥٩ قام سيمينز Siemens باختراع الأفران ذات المواقد المفتوحة Open hearth furnace الذى ساعد على القيام بعمليات تحويل الحديد الكتلى إلى فولاذ ببطء ، وأدى إلى التمكن من ضبط هذه العمليات بصورة أكبر مما كان الحال عليه فى أفران بسمر .

ولقد استخدم سيمينز الحديد الكتلى فقط أول الأمر إلا أنه سرعان ما عرف أنه يمكن إضافة فضلات الحديد أيضا إلى المواد المصهورة . وقد حقق هذا الأمر تقدمًا كبيرًا فى عملية صناعة الفولاذ خاصة إذا عرفنا أن فضلات الحديد تشكل من ٤٠ إلى ٦٠٪ من حجم المواد المستعملة فى هذه الأفران اليوم .

وحوالى نهاية القرن التاسع عشر تم اختراع فرن كهربائى لإذابة الحديد . وتم استعماله أول الأمر فى كل من إيطاليا والسويد وفرنسا حيث كانت الكهرباء المولدة من الماء متوفرة بسعر رخيص .

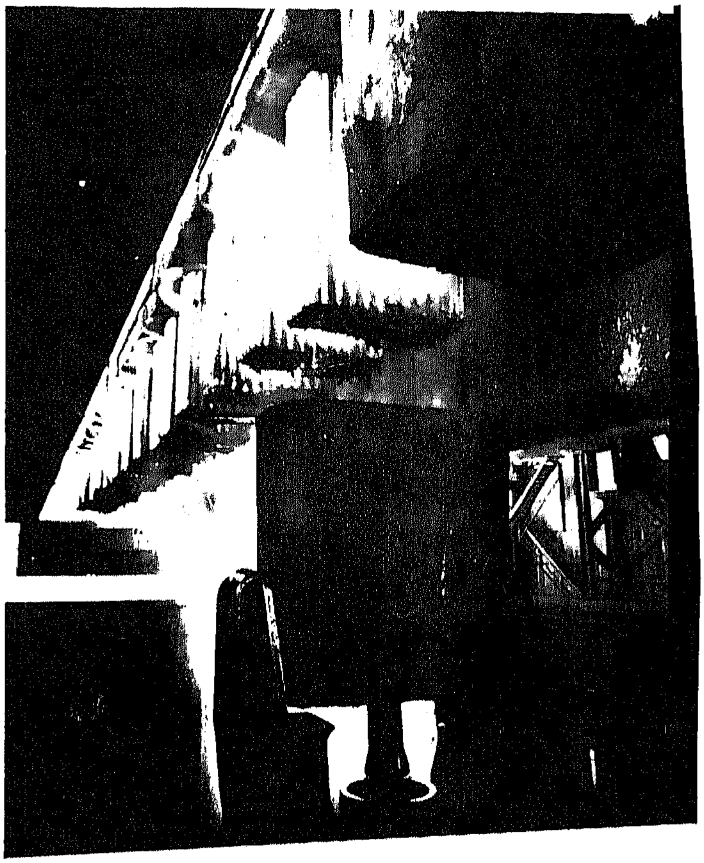
والأفران الجديدة عبارة عن خلية فولاذية مستديرة مبطنة بقرميد قاعدى أو حامضى مقاوم للحرارة يعرف تجاريًا باسم المادة الحرارية Refractories .

ويمكن الحصول فى مثل هذه الأفران على حرارة تزيد على ٣٠٠٠ درجة فهرنهايت أو حوالى ١٧٠٠ درجة سنتغراد بواسطة إمرار تيارات كهربائية عبر أقطاب كهربائية خاصة Electrodes يمكن إيقافها عن العمل من الجزء الأعلى من الفرن . وهذه الطريقة بلاشك أكثر كلفة من طريقتى (بسمر) أو (سيمينز) ولكنها أكثر قابلية للضبط . ولذلك فهى تفضل حيث تكون هناك حاجة إلى وجود نوع موحد ممتاز ذى خصائص معينة من الفولاذ .

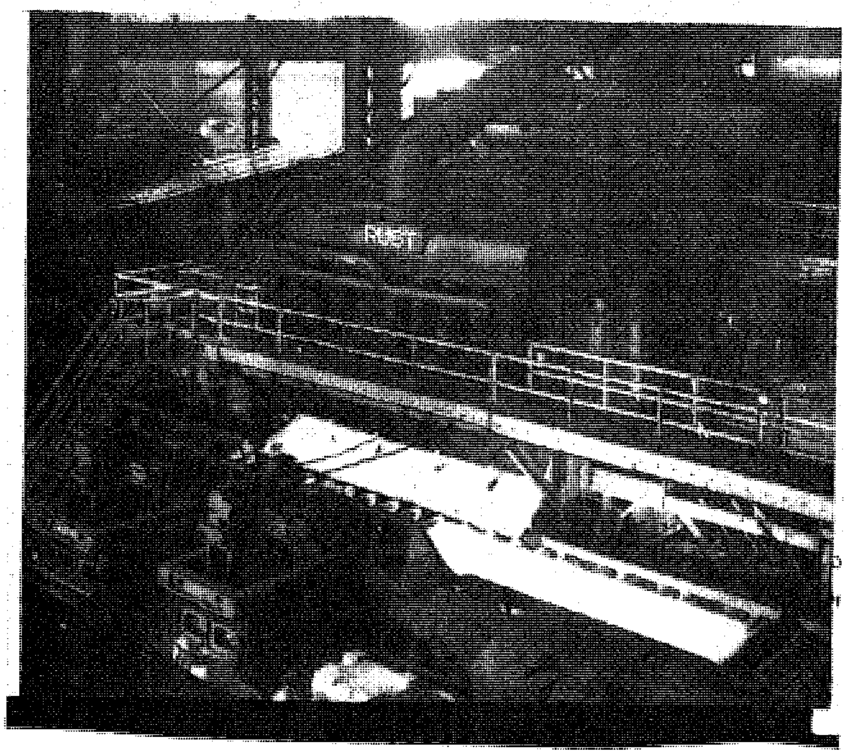
ولقد جرت تبدلات هامة على عمليات صناعة الفولاذ الرئيسية خلال النصف الأول من القرن الحالى إذ مكن تحسين أفران المواقد المفتوحة الأشخاص العاملين فى هذه الصناعة من رفع حرارة الفولاذ خلال فترة تتراوح من ٦ إلى ٨ ساعات بدلا من المعدل السابق حيث كان يتطلب هذا الأمر من ١٢ إلى ١٥ ساعة . وقد ساعد هذا الإنجاز الجديد على مضاعفة إنتاج الفولاذ تقريبًا فى مواقد الأفران المفتوحة بعد إجراء بعض التحسينات الضرورية عليها . ومن هذه التحسينات استعمال مزاريق الأوكسجين Lances التى تسرع العملية . بالإضافة إلى استعمال بطانات خاصة للأفران تستطيع أن تتحمل درجات حرارة عالية وتدوم مدة أطول من البطانات التى كانت تستعمل قبلا ، وخاصة فيما يتصل بالعمليات التى تتطلب حرارة أكثر انخفاضًا ، ثم كان استعمال المحولات الأوكسجينية اختراعًا هامًا وجديدًا أمكن بواسطته إنتاج الفولاذ بسرعة كبيرة وبأخفض التكاليف وبالنوعيات المطلوبة تمامًا .

وتنتج أفران المواقد المفتوحة اليوم أكبر قسم من فولاذ الولايات المتحدة الأمريكية إذ تبلغ نسبة إنتاجها من ٨٥ إلى ٩٠٪ من مجموع الإنتاج . يليها فى الأهمية الأفران الكهربائية التى تنتج من ٦ إلى ٩٪ منه ، ثم يأتى بعدها المحولات الأوكسجينية أو طريقة الأوكسجين الأساسى Basic oxygen وأخيرًا الأفران التى تستعمل طريقة (بسمر) القديمة . هذه الطريقة التى اخذت تتناقص أهميتها بسرعة كبيرة اليوم .

ويحتاج إنتاج طن واحد من الحديد الكتلى فى البلاد المتقدمة اقتصاديا إلى حوالى ١,٧ طن من مواد فلزات الحديد المختلفة كالخام والفضلات وغيرها ، وإلى ٠,٧٥ طن من فحم الكوك و٠,٢٥ طن من مواد الإذابة ، كما تحتاج هذه الصناعة أيضًا إلى محروقات إضافية بالطبع لتصنيع الفولاذ وسحبه على شكل صفائح شكل (٣٣)و(٣٤) .



شكل (٣٣) كتل الفولاذ المذاب ـ لاحظ المطرقة المائلة التى
تضغط عليها لتتخذ الشكل المرغوب




شكل (٣٤) أفران تسخين الفولاذ ـ لاحظ خروج الفولاذ منها
على دواليب باتجاه آلات التصفيح

## ٣ ـ ٦ أهمية فضلات الحديد والفولاذ فى الصناعة

تتألف المواد الأولية التى تحتاج إليها الأفران العالية ومصانع الفولاذ من فضلات الحديد والحديد الكتلى . ويصنع اليوم حوالى ثلث إنتاج العالم من الفولاذ من الفضلات ، وخاصة فى البلاد الفقيرة بخامات الحديد كالأرجنتين واليابان وبعض بلاد البحر الأبيض المتوسط حيث تعتمد أفران الصهر إلى حد كبير على هذه الفضلات .

أما فى الولايات المتحدة فتشكل الفضلات عادة مصدرًا لحوالى نصف إنتاج هذه البلاد من الفولاذ .

وتعتبر أفران المواقد المفتوحة أكبر مستهلك لفضلات الحديد والفولاذ بينما لا تستخدم الأفران العالية إلا كميات ضئيلة منها . إذ تقوم أفران المواقد بالاستفادة من ٦٥ إلى ٧٠٪ من الفضلات المتوفرة . في حين تستعمل الأفران الكهربائية من ٧ إلى ١٠٪ من هذه الكميات . أما محولات بسمر فلا تستعمل إلا نسبة ضئيلة منها .

ولقد لعبت الفضلات ولا تزال دورًا مهمًا منذ أمد كبير في تصنيع الفولاذ وذلك لأنها تساعد على تثبيت الأسعار . ومن المعروف أن أسعار كل من الحديد والفولاذ ترتفع عندما تقل هذه الفضلات . وبالطبع ينشأ عن قلتها وارتفاع أسعار أصلها إرتفاع أسعارها أيضًا . ففي فترة ما بعد الحرب أي بين عام ١٩٤٥ ــ ١٩٤٨ أدى إرتفاع الأسعار عمومًا إلى ارتفاع قيمة فضلات الحديد مما دفع الشعب الأمريكي إلى الحرص على هذه الفضلات التي أصبحت ذات قيمة كبيرة ، حتى أن سائق عربة جمع الفضلات الحديدية أضحى عضوًا معروفًا في أسرة الارستقراطية المعدنية . ومما لا شك فيه أن إمكانية إعادة استعمال الموارد المعدنية كفضلات الحديد وغالبًا فضلات الفولاذ أضحى اليوم وسيلة ذات أهمية بارزة لحفظ الثروة الحديدية وإطالة أمد الاستفادة منها .

## ٤ ــ ٦ تمركز صناعة الحديد والفولاذ

منذ عقود قليلة مضت عندما كان الفحم والكوك ومواد الإذابة ، المواد الرئيسية الأولية التي تستعمل لتحويل خام الحديد إلى فولاذ ، كان مجموع الكميات التي تحتاج إليها صناعة الفولاذ منها تفوق إلى حد كبير كميات خامات الحديد الغنية المطلوبة لصنع طن واحد من الفولاذ . لذا فقد مالت صناعة الحديد والفولاذ إلى أن تتأسس بالقرب من رواسب الفحم وبصورة خاصة بالقرب من الفحم الصالح لصناعة الكوك . وكان قرب الأسواق المستهلكة بالطبع عاملاً هامًا أيضًا في تفضيل إقامة هذه الصناعة في تلك الأماكن .

ومهما بلغ غنى جزيرة من جزر المحيط المتجمد الشمالي بالفحم الصالح لصناعة الكوك وبالخامات الحديدية ، فإنه يصعب أن تكون مثل هذه الجزيرة بقعة ملائمة لاجتذاب الصناع إليها لإقامة مصنع متكامل (١) لإنتاج الفولاذ ، ومن ناحية أخرى أصبحت بعض

(١) يقصد بالمصنع المتكامل المصنع الذي يضم الأفران العالية وأفران الفولاذ وآلات التصفيح .

الأقاليم كمنطقة بنسبورغ فى الولايات المتحدة وحوض الرور الفحمى فى ألمانيا ذات الموقع التسويقى الممتاز مراكز رئيسية لإنتاج الحديد والفولاذ رغم فقرها بخامات الحديد .

إن تحسين عمليات الإنتاج قد قلل بالتدريج الكميات المطلوبة من المواد الأولية عدا خام الحديد . ولهذا فقد أصبح موقع الصناعة الحديدية أقل اعتمادًا على موقع المحروقات المناسبة بسبب توفر النقل الرخيص وخاصة النقل المائى . لذا فإن موقعًا يمكن أن يؤتى إليه بالخام والمحروقات بسعر رخيص قريب من السوق المستهلكة يمكن أن يكون مناسبًا تمامًا لإقامة مصنع متكامل لإنتاج الفولاذ . والأمثلة عن مثل هذه المواقع الناجحة نجدها فى كثير من مناطق العالم كمصنع سباروبوينت الذى أقيم بالقرب من بالتيمور فى الولايات المتحدة على خليج شينرابيك ومصنع ايميودن الهولندى الذى اقيم على ساحل هولندا غربى مدينة امستردام .

ويحصل المصنع الأول على حاجته من الفحم بواسطة سكة الحديد ويقوم باستيراد الخامات اللازمة له عن طريق البحر . أما المصنع الهولندى فيحصل على جميع موادده الأولية من فحم وخامات عن طريق البحر مباشرة .

ويجرى السعى اليوم لإقامة مصانع رائدة Pilot-Plant لصناعة الفولاذ تستخدم طرقًا جديدة لإنتاج الفولاذ مباشرة من الخامات دون المرور بمرحلة الأفران العالية .

والطريقة الجديدة لا تبشر بإمكانية إنتاج الفولاذ من الخام بانخفض التكاليف فحسب بل إنها قد تميل إلى جعل هذه الصناعة الهامة أقل اعتمادا إلى حد ما على سهولة الحصول على الفحم الصالح لصناعة الكوك . وإذا تم تعميم هذه الطريقة الجديدة فقد تصبح سهولة الوصول إلى السوق فى المستقبل أهم عامل فى تحديد مواقع مصانع الفولاذ .

## ٥ ـ ٦ موارد خام الحديد والصناعات الفولاذية فى العالم

يوجد احتياطى كبير من خام الحديد فى جميع القارات . وقد جاء التضخم فى حجم الخامات المعدنية نتيجة رخص تكاليف عمليات صنع الفولاذ التى تمت منذ قرن مضى . ولا تصدر البلاد المشهورة . بصناعة كميات كبيرة من الفولاذ والأدوات الفولاذية ، إلا كميات محدودة جدا من خاماتها ، حتى أن بعض هذه البلاد تقوم اليوم بتعدين الخامات الحديدية الفقيرة بل تعمد إلى زيادة مستورداتها من الخام الممتاز .

ولقد أدت الحاجة المتزايدة إلى خامات الحديد فى العقود الحالية إلى تطور سريع فى تعدينها فى البقاع البعيدة عن مناطق الصناعة الكبرى فى العالم . لا فى كندا فحسب ولكن فى أمريكا الجنوبية وأفريقيا والمناطق الأخرى من العالم أيضًا . ولكن التعدين والاستغلال يتحدد فى العديد من هذه البقاع بالتوضعات الغنية وبالخامات التى يمكن تصديرها مباشرة ولا تحتاج إلى أى نوع من المعالجة والتى تستثمر بالقرب من السواحل تقريبًا .

وصناعة الفولاذ التى كانت قبل نصف قرن من الزمن تلتصق إلى حد كبير بالبلاد الأوروبية والإنكلو أمريكية أخذت تنتشر اليوم فى العديد من البلاد الأخرى ، حتى ازداد إنتاج العالم من هذه المادة الخام من أقل من ٢٠٠ مليون طن عام ١٩٥٠ إلى حوالى ٦٦٧ مليون طن فى أوائل عام ١٩٧٧ .

## ١ ـ توزع خامات الحديد وصناعة الفولاذ فى القارة الأمريكية :

### ( أ ) توزع خامات الحديد فى إنكلو أمريكا :

يتم إنتاج خامات الحديد فى هذه المنطقة فى الولايات المتحدة فى أربع مقاطعات رئيسية أهمها البحيرة الكبرى . وكذلك من المنطقة الكندية .

### أولاً ـ المنطقة الشمالية الشرقية :

يعتبر أقليم اديرونداك فى ولاية نيويورك ومنطقة كورنوول فى بنسلفانيا من أهم بقاع أمريكا الشمالية إنتاجًا لخام الحديد . وقد تراوح إنتاج هذه المنطقة من الخام بين ٨ و ١٠ ملايين طن طويل فى كل سنة من السنوات الماضية . ويشكل المغنتيت الخام الرئيسى هنا . ويباع بأسعار مرتفعة نسبيًا بسبب جودته وقربه من أسواق الاستهلاك ومعظم إنتاج المنطقة يستعمل فى عمليات الصهر المحلية .

### ثانيًا ـ المنطقة الجنوبية الشرقية :

تقع المنطقة المهمة الوحيدة فى تعدين خامات الحديد بالقرب من مدينة برمنغهام فى الأباما ولو أن بعض الخامات تعد ن أيضًا فى كل من جيورجيا وتنسى . ويبلغ متوسط الإنتاج السنوى هنا بين ٦ ـ ٨ مليون طن طويل يشكل الهماتيت والليمونيت فيها الخامات

لرئيسية . وقد ساعد قرب هذه المنطقة من حقول الفحم الأبلاشية الصالحة لصناعة الكوك على شهرتها .

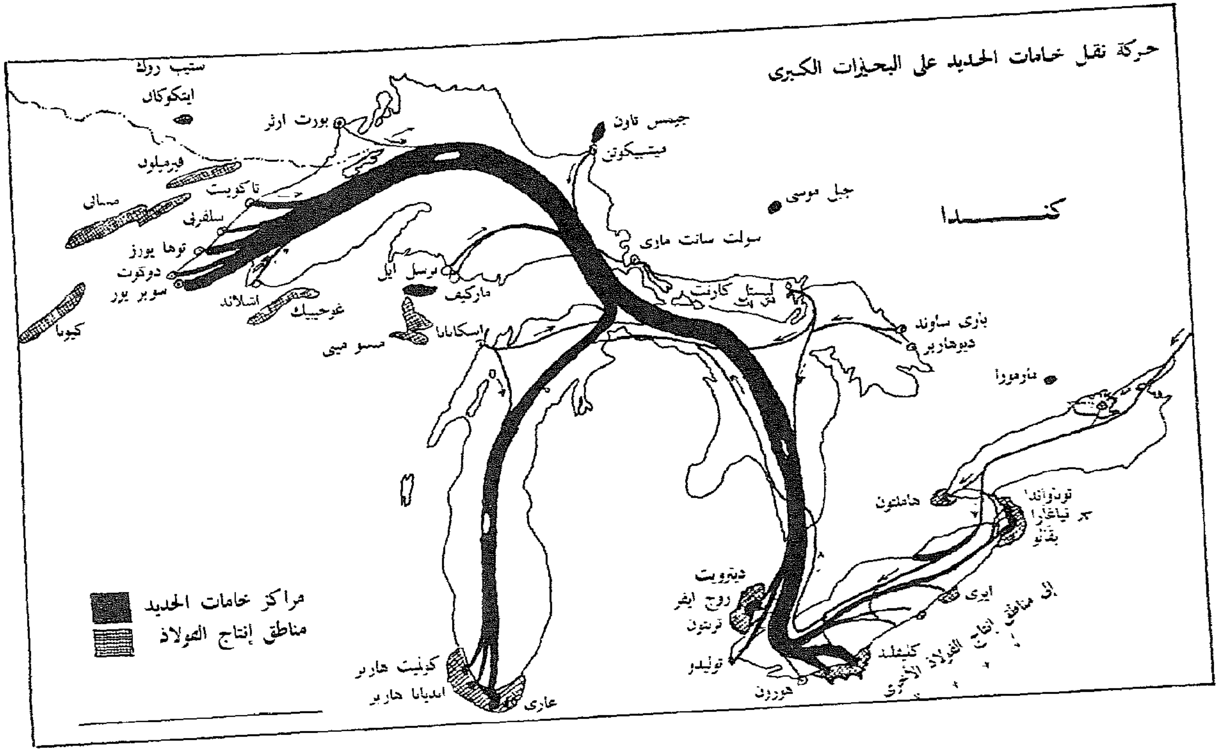
### ثالثاً ـ منطقة البحيرة الكبرى

تضم هذه المنطقة البحيرة الكبرى وشمال شرقى ولاية مينسوتا وشبه الجزيرة العليا من بحيرة مشيغان وقسمًا بسيطًا من شمال ولاية ويسكونزن . وهى لا تزال حتى الآن تقدم ثلاثة أرباع خام الحديد فى الولايات المتحدة ومعظم الإنتاج يأتى من المنطقة المعروفة بسلاسل الحديد أو الميسابى Mesabi بالإضافة إلى السلاسل الجبلية الأخرى الموزعة فى المنطقة . ولكن سلاسل الميسابى أشهرها إذ تنتج حوالى ثلاثة أضعاف ما تنتجه جميع السلاسل الأخرى مجتمعة شكل (٣٥) .

ولقد كان الهيماتيت خلال عقود عدة الخام الرئيسى المستغل فى هذه المنطقة ، حيث وجد على شكل كتل واسعة الامتداد وبشكل ناعم سمح بصورة عامة أن يعدن باستعمال قليل من المتفجرات وكذلك فقد مكن قرب الكتل الحديدية من السطح من استغلالها بواسطة المناجم المكشوفة بالرغم من أن بعضها كان يستغل على أعماق متفاوتة من السطح . وتضم الخامات هنا كميات صغيرة من المغنتيت ، إلا أنها عمومًا ذات نسبة عالية من الحديد تزيد غالبًا على ٥٥٪ . وهى نقية إلى حد بعيد لذلك يمكن شحنها مباشرة من أماكن الاستغلال إلى مراكز الاستهلاك دون الحاجة إلى أية معالجة .

ومن هذه المنطقة التى بدأ استغلالها منذ أواسط القرن التاسع عشر تم تعدين ما لا يقل عن ٣٥٠٠ مليون طن طويل من الخام . ويقدر وجود أكثر من ٧٠٠٠ مليونًا أخرى تحتاج إلى استغلال ومعظمها من النوع الممتاز على الرغم من أن بعضها سيكون أصعب استغلالا وتعدينًا مما سيجعله أرفع سعرًا من الأسعار الحاضرة . وهذه المنطقة شأنها شأن بقية مناطق الاستغلال فى العالم معرضة إلى الإنهاك ، إلا أن ما يساعد على استمرار الاستغلال فيها وجود مساحات واسعة الانتشار من الخامات الفقيرة التى يمكن الإستفادة منها بإجراء عمليات تركيز خاصة عليها لرفع نسبة ما تحتوى عليه من فلزات . كما أن المنطقة لا تخلو أيضًا من صخر التاكونيت الذى يمكن سحقه ومعالجته قبل شحنه .

ولقد تم مؤخرًا تثمير الكثير من الأموال فى مصانع معالجة الخام ، حتى أن نسبة




شكل (٣٥) حركة خام الحديد فى طريق البحيرات الكبرى
وسان لورانس المائى

الخامات المحسنة المشحونة من المنطقة قد ازدادت بكثرة فى حين إنخفضت كمية الخام الصالح للشحن المباشر فى نفس الوقت ، ولكن سؤالا قد يخطر على البال ، هذا السؤال هو إلى أى مدى يمكن للخامات المحسنة المعدة فى أطراف البحيرة الكبرى أن تنافس الخامات الممتازة التى يمكن الحصول عليها فى المناطق الأخرى خاصة وأن التحسين يضيف تكاليف مباشرة أخرى على أسعارها تجعل المستهلك يفضل الخامات الأرخص منها . والإجابة على هذا السؤال ترتبط بالطبع بتجديد وتحسين مصادر الخامات الأخرى فى الولايات المتحدة الأمريكية .

**رابعًا ـ المنطقة الغربية**

تضم المنطقة الغربية جميع الولايات بدءًا من نهر الميسورى وحتى ساحل المحيط الهادى ، وتعتبر ولايتى أوتاوه ونيفادا منطقتا الإنتاج الرئيسيتان لخام الحديد فى هذه البقعة الواسعة من الأرض على الرغم من أن الولايات الأخرى تنتج الخام أيضًا بكميات متفاوتة . وأهم مركز للاستغلال يقع إلى الشمال فى جبال باين فالى غربى بلدة سدار فى جنوب غربى ولاية أوتاه .

**خامسًا ـ المنطقة الكندية :**

تنتشر فى كندا توضعات عديدة من خام الحديد أهمها فى كويبك ونيوفاوندلند وأونتاريو التى تشكل أجزاء من الدرع الكندى بالإضافة إلى عدد آخر لا بأس به من المناجم يقع فى غربى كولومبيا البريطانية وجنوبها بالقرب من الحدود مع الولايات المتحدة .

وأهم مراكز الاستغلال وأقدمها هو مركز نيوفاوندلند الذى بدأ استغلاله منذ عام ١٩٠٠ ، وهو يعتبر من أهم مراكز تصدير الخام نظرًا لقربه من بلدة سان جون . يليه فى الأهمية منطقة جيمزتاون التى تقع على الشاطىء الشمالى الشرقى للبحيرة الكبرى .

أما أحدث المناطق استغلالا فنجدها بالقرب من بحيرة ستيب روك شمالى غربى بورت ارثر وفورت ويليام بالإضافة إلى رواسب الحديد التى تم اكتشافها فى وسط لابرادور وكويبك ونيوفاوندلند نفسها مؤخرًا .

وتنتشر هذه الرواسب فى أراضى لابرادور الخالية من السكان تقريبًا وعلى بعد يزيد على ٤٠٠ كم شمال مدينة جزر سبلت أو الجزر على نهر سان لورانس الأدنى ، ومن سبلت جرى

تمديد سكة للحديد تصلها بمنطقة بحيرة كنوب Knob حيث نشأت بلدة شفرفيل Schefferville الحديثة من العدم .

وقد بدأ الإنتاج هنا فى أوائل عام ١٩٥٤ ، وازداد بعد ذلك بسرعة . ومعظم الخام هنا يستغل بطريقة المناجم المكشوفة حيث تبلغ الاستطاعة السنوية حوالى ١٥ مليون طن طويل . وقد جرى فى نفس الوقت تقدم آخر فى نفس المنطقة على بحيرة وابوش Wabush فى كل من مونت ريد Mont Rid ومونت رايت Mont Right وبالقرب من بحيرة جنّين Jeannine . ومن هذه المناطق مدت سكة للحديد يزيد طولها على ٢٥٠ كم تبدأ من بورت كارتيه Port Cartier التى تبعد حوالى ٤٥٠ كيلومترًا غربى جزر سبلت لنقل الخامات المعدنة . واستطاعة الإنتاج السنوى فى هذه الأقاليم واسعة أيضًا على الرغم من أن بعض الخامات المعدنة تحتاج إلى عمليات تحسين .

إن إستخدام طريق سانت لورانس البحرى كان بلا شك ذا فائدة عظيمة ساعد على نقل خامات هذه المناطق .

أما كولومبيا البريطانية فإنتاجها محدود نسبيًا .

ويذهب معظم الإنتاج الكندى إلى الولايات المتحدة وكذلك يصدر جزء صغير منه إلى المملكة المتحدة وألمانيا الغربية واليابان وهولندا .

## سادسًا ـ إنتاج خام الحديد واستيراده فى الولايات المتحدة الأمريكية

إن إنتاج ما يسمى بخامات الحديد الصالحة للاستغلال كالخامات الصالحة للشحن المباشر أو الخامات المركزة فى الولايات المتحدة الأمريكية قد يختلف إختلافًا بينًا من عام إلى آخر . ولكن الإنتاج يتراوح بصورة عامة حول ٩٠ مليون طن طويل . ومن الملاحظ أن مستوردات الولايات المتحدة من خام الحديد قد ازدادت زيادة كبيرة حتى أنها قد وصلت فى السنوات الأخيرة إلى ما يعادل نصف الإنتاج المحلى .

وتعتبر كل من كندا وفنزويلا وليبريا مراكز التصدير الرئيسية للولايات المتحدة يليها فى الأهمية تشيلى وبيرو والبرازيل . والجدول التالى يدل على تموج إنتاج الولايات المتحدة حسب متطلبات السوق والظروف الدولية :

| الأعـــوام | متوسط الإنتاج المحلى بملايين الأطنان |
|---|---|
| ١٩٤٠ | ٦٠ |
| ١٩٤١ ـ ١٩٤٥ | ١١٠ |
| ١٩٤٦ ـ ١٩٥٠ | ٩٢ |
| ١٩٥٥ — | ١٠٠ |
| ١٩٦٠ — | ٨٠ |
| ١٩٧٨ — | ١٣٠ |

**(ب) تطور صناعة الحديد والفولاذ ومراكز الإنتاج الرئيسية فى إنكلو أمريكا**

منذ بدء الإعمار الأول لأمريكا وحتى اليوم لا زال خام الحديد يستخرج قرب الحدود الحالية للولايات المتحدة . ولقد شعر المعمرون الأوائل بالحاجة الماسة إلى الخامات التى تتوفر محليًا وذلك لأن النقل عبر الأطلسى كان بطيئًا وطويلاً . وقد استغل أول الأمر خامات إنكلترا الجديدة التى تتألف من توضعات الحديد الناعم فى المستنقعات أى من الليمونيت الردىء إلا أنها كانت تصلح حينئذ لتشغيل العديد من صغار الصهَّارين مما أدى إلى أن يكون فى إنكلترا الجديدة فى أواخر القرن السابع عشر صناعة حديد لا بأس بها .

ولقد استخدم الإنتاج المحلى لصنع عوارض السفن الحديدية ، وفى الأدوات الزراعية والأوانى الحديدية وصهاريج غلى الماء المناسبة التى كانت حاجة ضرورية لا يمكن الاستغناء عنها فى مطابخ المعمرين الأوائل لتصفية دهن الخنزير الذى كان يستعمل فى الطبخ ولصناعة الصابون ، ولكن على الرغم من العديد من الأدوات التى كانت تستعمل الحديد إلا أن الطلبات لم تكن كبيرة عليها ذلك لأن الخشب كان لا يزال أكثر المواد استخداماً فى بناء السفن وفى البيوت والأبنية التجارية .

ومنذ أن مست يد الثورة الصناعية العالم الجديد فى أوائل القرن التاسع عشر زادت الحاجة إلى المنتجات الحديدية ، التى لم تستطع رواسب حديد المستنقعات الرديئة تلبيتها وهذا ما دفع الصُناع إلى الإلتفات نحو استغلال رواسب المجنتيت الأكثر غنى بالحديد التى عُثر عليها فى ولايتى نيويورك وبنسلفانيا ، ومن ثم قام بنتيجة الإستغلال هناك العديد من

معامل تحضير الحديد ثم فى ماريلاند ، فأصبح هذا الجزء من أمريكا المركز الأساسى لصناعة الحديد فى الولايات المتحدة .

وكان الفحم الخشبى هو مادة المحروقات الرئيسية خلال المراحل الأولى من هذا التطور . ولكن تناقص الأخشاب الصالحة لصنع الفحم دفع الصناع إلى استعمال فحم الإنتراسيت الذى عرف بصلاحه . ولقد ثبّت وجود رواسب الإنتراسيت شرقى بنسلفانيا صناعة الحديد فيها وجعلها مركز الصناعة الاول حتى ما بعد الحرب الأهلية الأمريكية

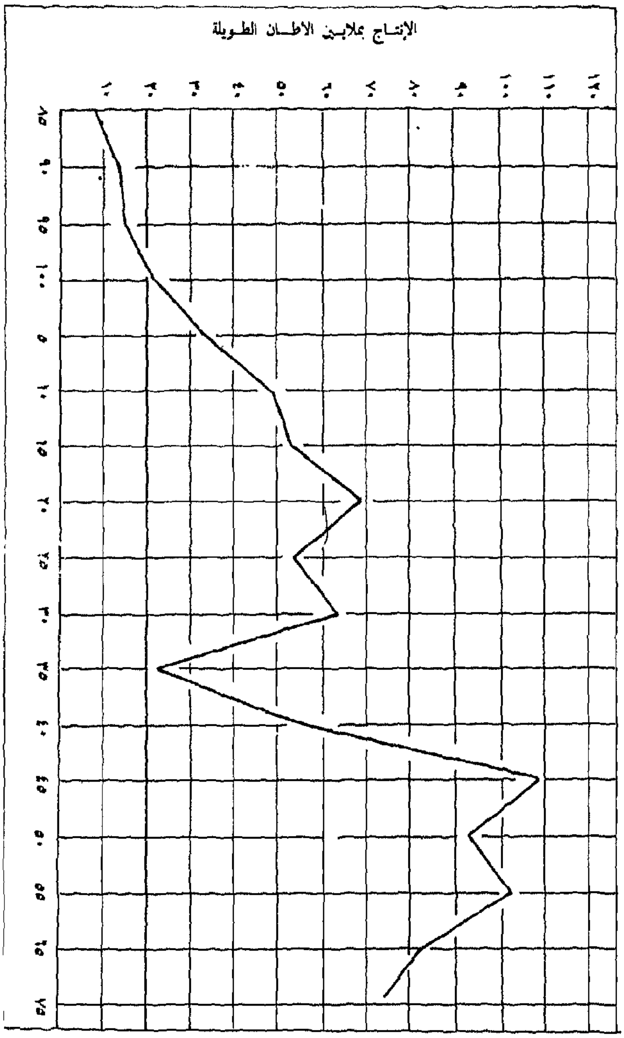
وفى أواخر عام ١٨٦٠ كانت المعامل الأمريكية تنتج ما يزيد على ٢٠٠ ألف طن من الحديد فى العام الذى استعمل فى بناء شبكة سكة الحديد الأمريكية . كما ساهم تطور الغرب فى إيجاد أسواق واسعة لهذه المنتجات وخاصة الفولاذ مما دفع إلى تحويل الفحم لدهنى فى غربى بنسلفانيا إلى كوك نظرًا لرخصه وجودته التى تفوق جودة الإنتراسيت وصلاحه التام لصناعة الحديد والفولاذ .

ولقد أدّت هذه العوامل إلى انتقال مراكز صناعة الحديد إلى الغرب مرة أخرى ، فقد انتقلت من شرقى بنسلفانيا إلى ما وراء جبال الليغانى . ومن ثم أضحت بتسبورغ العاصمة الوطنية لصناعة الحديد والفولاذ هذا المركز الذى لا زالت تحتله هذه المدينة فى أذهان الجماهير حتى الآن .

وظلت هذه الصناعة تتقدم ببطىء حتى عام ١٨٨٠ ، حتى أن كميات الحديد المستخرج لم تتجاوز فى أواخر عام ١٨٧٩ الـ ٦.٣٠٨ مليون طن . ولم تبدأ زيادة الإنتاج بشكل واسع إلا مع بدء شحن خامات الحديد من أطراف البحيرة العليا . هذه الخامات التى أوجدت بسبب رخص تكاليفها سيادة صناعة الفولاذ والحديد الأمريكية (شكل ٣٦) .

ومنذ عام ١٨٩٠ دخلت الولايات المتحدة عصر الفولاذ . وتم استبدال الخشب بالحديد بشكل كامل تقريبًا فى كل من صناعة السفن والقطارات والسيارات ووسائل النقل الأخرى . وكذلك فى الآلات الزراعية وفى جميع تجهيزات المصانع والمكاتب . بالإضافة إلى ناطحات السحاب التى مكن إستعمال الهياكل الحديدية من إنشائها . أى أن الفولاذ أضحى اليوم شيئًا أساسيًا فى جميع الصناعات الهامة .

وفى الولايات المتحدة اليوم عدد محدود ولكن هام من مراكز إنتاج صهر الحديد وصناعة



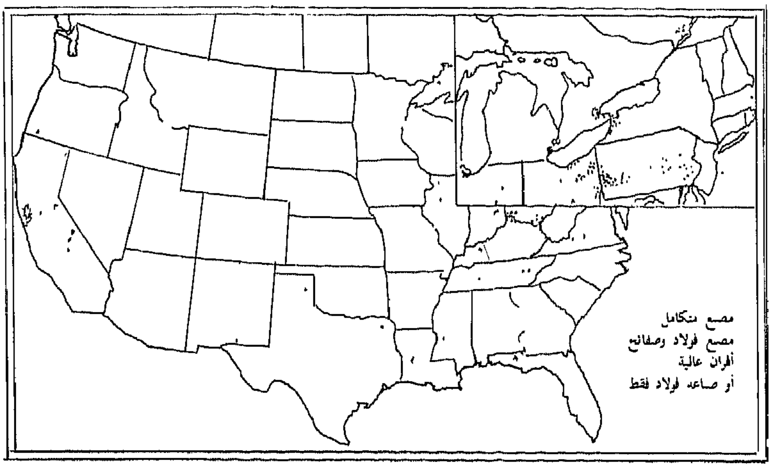

شكل (٣٦)

انتاج خام الحديد فى الولايات المتحدة لاحظ ارتفاع الانتاج فى فترة الحربين

مختلف أنواع الحديد والفولاذ وأهمها يقع فى مقاطعات بتسبورغ ـ يانغستون وغارى جنوب شيكاغو. ويمكن أن تعتبر منطقة بحيرة إيريه التى تمتد من بوفاللو إلى ديترويت إمتدادًا لمقاطعة بتسبورغ ـ يانغستون طالما أن الإثنتين تشتركان فى الكثير من العوامل . ونحن لو نظرنا إليهما معًا نجد أن إنتاج الحديد والفولاذ من المصانع المنتشرة على بحيرة إيريه أو بالقرب منها وكذلك من المصانع القائمة على بحيرة مشيغان يشكل إلى حد بعيد القسم الأكبر من إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية (شكل ٣٧) .

ولقد ساعد النقل المائى الرخيص فى نقل خامات الحديد فى البلاد الأمريكية وبصورة خاصة الطريق المائى الذى يبدأ من البحيرات العليا وحتى نهر سان لورانس . كما أن وجود شبكات سكك حديدية قصيرة قد دعمت إنتشار الصناعة بمساهمتها فى نقل خامات المنطقة الشمالية من شواطىء البحيرات إلى مراكز الصهر وبأسعار رخيصة .

إلا أن رخص تكاليف نقل الخامات لم يكن هو السبب الوحيد فى المركز القيادى الذى تحتله مقاطعة بتسبورغ ـ يانغستون ولكن عوامل عديدة أخرى ساهمت فى احتلالها لهذا المركز كنشوء الصناعة القديم هنا مما أعطاها مقدرة على منافسة المناطق الأقرب منها إلى




**شكل (٣٧)**
**مصانع الحديد والفولاذ**

مراكز استغلال الخامات ، بالإضافة إلى الفحم والغاز المتوفرين بكميات كبيرة بالقرب منها ، حتى أن هذه العوامل مجتمعة قد حالت خلال نصف القرن المنصرم من قيام أى مركز للإنتاج خارج بتسبورغ يمكنه منافستها .

أما المدن الواقعة على شاطىء بحيرة إيريه كديترويت وبوفاللو وكليفلند وتوليدو فتتمتع بميزة كبرى هى أنها تتلقى خامات البحيرة العليا مباشرة وكذلك الخامات الكندية التى تردها عن طريق نهر سان لوران البحرى بالإضافة إلى أن نمو الصناعة فيها وقربها من حقول الفحم الأبلاشية جعل منها منافسًا كبيرًا لمقاطعة بتسبورغ ـ يانغستون .

ولكن مقاطعة شيكاغو تعتبر المنافس الأكبر لمقاطعة بتسبورغ حتى الآن وتحتل المركز الثانى بعدها فى الإنتاج ، وهى تتركز اليوم على رأس بحيرة مشيغان وتضم عددًا من المدن كغارى ومرفأ انديانا وجنوب شيكاغو (انظر شكل ٤٢) . وقد ساعدها على احتلال هذا المركز قرب الخامات ورخص وسهولة نقلها إليها وكذلك ضآلة تكاليف نقل الفحم الذى يصلها من المناطق المجاورة بالإضافة إلى سعة الأسواق التى تجاورها والتى تقع بالقرب منها . كما أن وقوع هذه المنطقة فى قلب منطقة القمح الأمريكية يجعلها المصدر الرئيسى للحديد والفولاذ الذى تحتاج إليهما صناعة تصنيع الآلات الزراعية . ولكن العقبة الوحيدة أمام نشاط هذه الصناعة هى بعد مراكز إنتاج الفحم عنها وعدم صلاح الفحم القريب منها والموجود فى إنديانا وإيللنوا لصناعة الكوك .

ويقوم فى جنوب جبال الأبلاش مركز هام لإنتاج الحديد والفولاذ اليوم وهو مركز برمنغهام الذى يؤمن حاجة الجنوب الشرقى من الولايات المتحدة من هاتين المادتين الهامتين نظرًا لقربها من الأسواق الجنوبية .

وقد ظلت هذه المنطقة تهتم بإنتاج الحديد الكتلى (الصب) الذى كان يستعمل فى عدد من صناعات تصنيع الحديد ، كصناعة الأسيجة الحديدية وألواح الحديد التى تستخدم فى صناعة الآلات الزراعية ولكن تَبدُّل شروط التسويق دفع القائمين على الصناعة إلى إقامة صناعة متكاملة تنتج حتى الفولاذ .

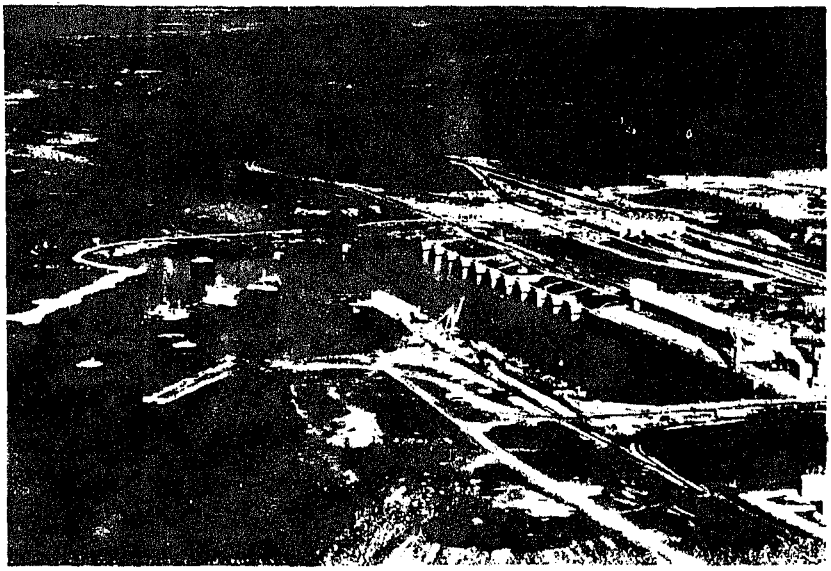
ومن المتوقع أن يؤدى تطور الجنوب السريع إلى توسع هذه الصناعة لتتمكن من تلبية حاجات هذا القطاع من الولايات المتحدة الذى يشتهر بتخصصه فى الصناعات الزراعية والنسيجية والكيماوية .

ولم تقف مناطق الإنتاج القديمة فى بنسلفانيا شرقى جبال الليغانى مكتوفة الأيدى أمام توسع وإنتشار الصناعة الحديدية والفولاذية غربى هذه الجبال . فقد اضطرت هذه المناطق إلى أن تتلاءم مع الأوضاع التى نشأت عن هذا التوسع فقامت مصانع الحديد والفولاذ المقامة بالقرب من هاريبورغ وألن تاون وبيت لحم Bethlehem بالاهتمام بالمنتجات الممتازة والتخصص فيها ، مما ساعدها على البقاء رغم المنافسة الكبيرة التى تلقاها من بقية المناطق المنتجة فى البلاد ، كما أن سعة الأسواق التى تمتد من بوسطون إلى ريشموند كان لها الأثر الأكبر على تشجيع هذا الإتجاه . وقد أصبحت المنطقة اليوم تهتم بإنتاج الفولاذ الجيد الذى تتدرج أنواعه من قضبان سكة الحديد والصفائح المستعملة فى صنع الأسلحة إلى أجود أنواع الفولاذ الذى يستعمل لصنع الآلات القاطعة .

أما المصانع الجديدة والتى قامت إلى جانب مياه المد فتمثل وجهًا جديدًا فى اختيار مواقع صناعة الحديد والفولاذ الأمريكية . إذ أعتمدت هذه المصانع الجديدة ـ فى كل من ماريلاند وشرقى بنسلفانيا بالقرب من رأس خليج شبزابيك وعلى طول مصب نهر ديلاور على الأطلسى ـ على ما يُستورد من خامات الحديد من تشيلى والبرازيل وفنزويلا بالإضافة إلى الخامات الكندية التى تستغل بالقرب من كويك فى كندا . وهنا فى سبارو بوينت وماريلاند بالقرب من بالتيمور تقوم اليوم أوسع مصانع الفولاذ فى العالم وكذلك فى موريسفيل وبنسلفانيا على نهر ديلاور مقابل ترنتون فى ولاية نيوجرسى (شكل ٣٨) .

وهذا الوجه الجديد فى اختيار المواقع الساحلية لإقامة الصناعة الحديدية سيزداد إنتشارًا بلا شك فى المستقبل مع إزدياد حاجة الولايات المتحدة إلى إستيراد الخامات الغنية من الخارج بالإضافة إلى أن توسع المدن الساحلية سيجعلها هى نفسها أسواق إستهلاك ممتازة للمنتجات الفولاذية يشجع على الأخذ بهذا الإتجاه .

ويوجد فى الولايات المتحدة بالإضافة إلى ما تقدم عدد آخر من المراكز المنتجة للحديد والفولاذ أهمها بيوبلو Publo فى كولورادو ومصانع سولت ليك فى ولاية أوتاه جنوب مدينة سولت ليك . ومن المتوقع أن تزداد أهمية هذين المركزين فى المستقبل بسبب الإحتياطى المتوفر بالقرب منها من الفحم الصالح لصناعة الكوك وبسبب الأسواق المتزايدة الاتساع فى منطقة الجبال الصخرية .



شكل (٣٨)
مصنع فولاذ على نهر ديلاور

كما توجد مراكز أخرى لهذه الصناعة على الشاطىء الغربى من البلاد ولو أن إنتاجها لا يكاد يشكل إلا جزءاً ضئيلاً من مجموع الإنتاج ، وأهم هذه المراكز هى لوس أنجلوس وسان فرنسيسكو وبورتلاند وسياتل . وفى جميع هذه المراكز تشكل فضلات الفولاذ المادة الخام الرئيسية للإنتاج المباشر وتستعمل فى معظمها أفران الإذابة الكهربائية وأفران المواقد المفتوحة ، أى أن الصناعة هنا عبارة عن صناعة تحويلية تقوم بتحويل الحديد الكتلى والفضلات إلى الأشكال المطلوبة .

أما فى كندا فتتركز صناعة الحديد والفولاذ الكندية فى أونتاريو بالدرجة الأولى حيث نجد مصانع متكاملة واسعة مقامة على رأس بحيرة أونتاريو وعلى شاطىء بحيرة سولت سانت مارى ، وكلا المركزين يسهل إيصال الخامات إليهما من شبه جزيرة لابرادور بواسطة الطرق المائية .

وتحتل نوفاسكوتيا المرتبة الثانية فى الأهمية حيث يوجد فيها مصنع متكامل على شاطىء

الأطلسى فى بلدة سيدنى ، ويَستخدم هذا المصنع خامات الحديد المستخرجة من سانت جون (وابانا Wabana) فى نيوفاوندلند ، بالإضافة إلى مصانع عديدة صغيرة أخرى . وتقوم بعض المصانع الصغيرة أيضًا فى مقاطعة مونتريال ولكن إنتاجها ذو أهمية محلية .

**(جـ) توزع خام الحديد وصناعة الفولاذ فى أمريكا اللاتينية :**

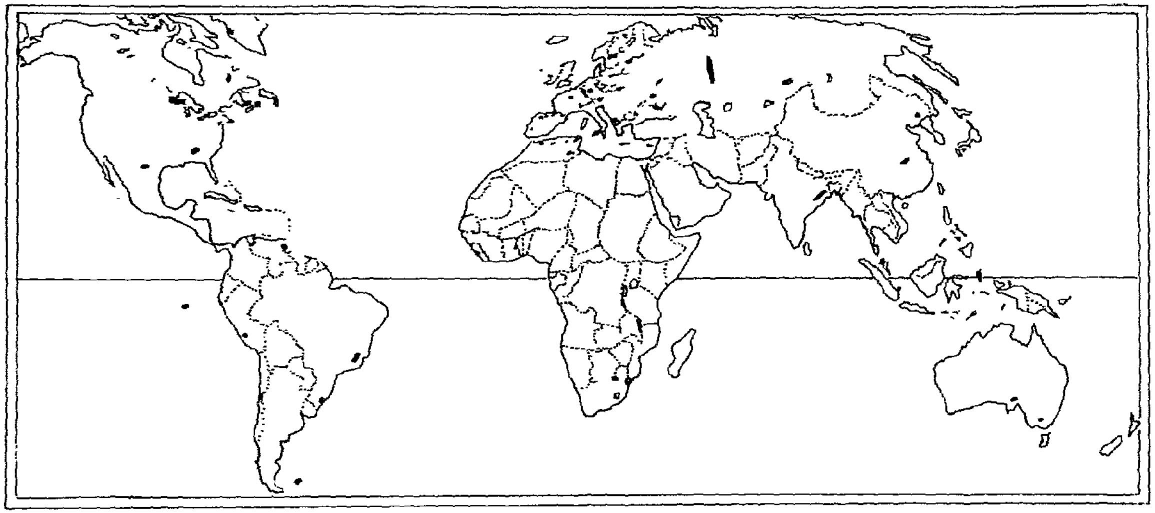
تضم أمريكا اللاتينية عددًا كبيرًا من الخامات الممتازة السهلة التعدين وإحتياطيًا كبيرًا منها ، ولكنها لا تمتلك إلا بضعة مصانع صغيرة لصناعة الفولاذ . وتعود العوائق التى تقوم فى وجه تقدم صناعة الفولاذ فى هذه البلاد إلى نقص الفحم الملائم وضيق الأسواق الداخلية الحالية ومنافسة الولايات المتحدة .

ولقد تم إنتاج خام الحديد منذ سنوات عديدة فى كل من كوبا والمكسيك ، ولكن الإنتاج كان على العموم ضئيلاً . وتمتلك المكسيك عددًا من مصانع الفولاذ الصغيرة وأكبرها يقع فى مونترى Monterey وقد بلغ إنتاجها من الفولاذ (٥،٥) مليون طن عام ١٩٧٧ .

ومنذ عام ١٩٥٠ حدثت تغيرات هامة فى تعدين خامات الحديد فى جميع أنحاء أمريكا الجنوبية . ففنزويلا التى بدأت الإنتاج فى عام ١٩٥٠ ــ ١٩٥١ أضحت تنتج اليوم حوالى ٢٥ مليون طن فى العام ، فى حين وصل إنتاج البيرو الذى بدأ مع مطلع عام ١٩٥٣ إلى حوالى ٧ ملايين طن اليوم . وإنتاج البلدين من أحسن الأنواع يصلح للتصدير المباشر دون الحاجة إلى أى معالجة وتبلغ نسبة الحديد فيه من ٦٣ ــ ٦٥٪ . وموقع مراكز الاستغلال بالقرب من السواحل يساعد على سهولة التصدير (شكل ٣٩) . ويشحن معظم إنتاج هاتين المنطقتين إلى الولايات المتحدة

وتقع اهم مراكز الإنتاج فى فنزويلا فى الباو El Pao وسيروبوليفار Cerro Bolivar إلى الجنوب من نهر الأورينوكو فى جبال سييرا أماتاكا Sierra Amataca وكلا المنطقتين تمتاز بسهولة اتصالها بالبحر عن طريق نهر الأورينوكو.

أما فى البيرو فتقع أهم التوضعات بالقرب من البحر ، وهى تصدر مباشرة بعد استغلالها إلى الولايات المتحدة وهى خامات غنية بالفلزات الحديدية إذ تتجاوز نسبة الحديد فيها الـ ٦٠٪ .



شكل (٣٩)

مراكز الإنتاج الرئيسية لخامات الحديد فى العالم

كذلك نجد أن التوضعات الرئيسية للخام غير بعيدة عن البحر فى تشيلى أيضًا ، وأهم مراكز الاستغلال تقوم بالقرب من بلدة كوكيومبو Coquimbo ، كما أن بعضها موجود فى مقاطعة أتاكاما Atacama . ومثل بقية بلاد أمريكا اللاتينية تنتج تشيلى خامات غنية تضم أكثر من ٦٠٪ من الحديد .

وفى تشيلى يوجد عدد من معامل الفولاذ فى كل من فالديفيا Valdivia وكونسبسيون Concepcion فى الجنوب وينتج كلا المركزين حوالى نصف مليون طن من الفولاذ سنويًا ، حيث تستعمل المصانع بعض الفحم المحلى ، ولكن معظم ما يستعمل من فحم يستورد من الولايات المتحدة الأمريكية . كما بلغ إنتاج تشيلى من الحديد الصب نحو (٣٠) مليون طن فى عام ١٩٧٧ .

أما البرازيل فتمتلك أكبر إحتياطى من الخامات المعدة للتصدير المباشر فى العالم . وتوجد هذه الخامات فى إيتابيرا Itabira فى ولاية ميناس جيراس على بعد ٣٠٠ كم إلى الغرب من مرفأ فيتوريا Vitoria .

وتقوم فى البرازيل أضخم صناعة للفولاذ فى أمريكا الجنوبية ، وتقع أهم مصانعها فى فولتا ريدوندنا Volta Redonda شرقى ريودى جانيرو ، حيث ينتج هذا المصنع ما يزيد على نصف مليون طن من الفولاذ سنويًا . كذلك تقوم فى المناطق الصناعية الأخرى مصانع صغيرة فى كل من سانتوس وساوباولو وريودى جانيرو. ويقارب إنتاجها الآن من الحديد الصب والفولاذ (٤٠) مليون طن .

إن العائق الوحيد فى وجه الصناعة البرازيلية هو أن الفحم المحلى المستخدم فى صناعة الحديد مرتفع الثمن ، منخفض النوعية ويجب أن يمر بعمليات عديدة قبل أن يصلح لصناعة الكوك مما يزيد من ارتفاع ثمنه ، ولذلك كان معظم ما تستخدمه صناعة الفولاذ هنا من فحم يأتيها مستوردًا من حقول الفحم الابلاشية .

## ٢ - توزع خامات الحديد وصناعة الفولاذ فى بقية أنحاء العالم :

### ( أ ) أوروبا :

تصل نسبة ما تنتجه أوروبا من خام الحديد - بما فى ذلك الجزء الآسيوى من روسيا - إلى ٥٠٪ من الإنتاج العالمى ، وكذلك فإن حصة المنطقة من الفولاذ تزيد قليلاً على

النصف . وتعتبر أوروبا وبصورة خاصة أوروبا الغربية من أقدم وأحدث البقاع إنتاجًا للفولاذ والحديد فى العالم . ويتم إنتاج الفولاذ اليوم فى أغلب البلاد الأوروبية حتى فى بلاد كالدانمارك التى لا تمتلك أى حديد أو فحم صالح لهذه الصناعة . وتنتشر الصناعة الأوروبية إنتشارًا كبيرًا من سواحل الأطلسى وحتى قلب آسيا الروسية .

وتعتبر السوق الأوروبية المشتركة E.E.C. التى تشمل كلاً من بلجيكا وفرنسا وإيطاليا واللوكسمبورغ وهولندا وألمانيا الغربية وبريطانيا وأيرلندا والدانمارك أكبر منتج فى هذه القارة يليها الإتحاد السوفياتى حيث تبلغ نسبة إنتاجها حوالى ٧ أعشار مجموع إنتاج القارة الكلى . ثم تأتى بالتتابع بولونيا وتشيكوسلوفاكيا ورومانيا وأسبانيا وألمانيا الشرقية .

**أولاً - بريطانيا العظمى .**

قام الناس بإذابة خامات الحديد فى كل من إنكلترا وويلز منذ العصور الوسطى . وكانت عملية إذابة الخامات التى انتشرت فى العديد من بقاع هذه البلاد تستعمل الفحم الخشبى كوقود . ولكن تناقص مساحات الأراضى المشجرة بالغابة أدّى حوالى القرن الثامن عشر إلى إنخفاض إنتاج الحديد .

إلا أن التجارب التى جرت لتحسين عملية الحصول على الكوك والتى نجحت فى حوالى عام ١٧٤٠ ساعدت على استعماله فى أفران الصهر ، وفتحت مع بقية المخترعات الطريق أمام إنتاج الحديد على نطاق واسع .

إن سبق بريطانيا فيما يتصل بصناعة الحديد والفولاذ يعود إلى أن بريطانيا كانت من أوائل البلاد فى تطوير هذه الصناعة وقد ساعدها على ذلك توفر الخامات الممتازة فيها ، ولذلك ظلت بريطانيا السيد الذى لا يُنازع فى إنتاج الحديد الكتلى (الصب) حتى أواخر القرن التاسع عشر .

ولقد تمركزت صناعة الحديد والفولاذ البريطانية فى شمالى إنكلترا غربى وشرقى جبال الأبنين وفى الميدلاند وساوث ويلز وذلك لوجود المواد الأولية اللازمة لهذه الصناعة كالفحم الصالح لصناعة الكوك وخامات الحديد والحجر الكلسى المستعمل للإذابة بالقرب من بعضها البعض .

وحتى اليوم لا زال الفحم الصالح لصناعة الكوك فى معظم هذه البقاع يستخرج من مواقعه القديمة . ولكن خامات الحديد التى كانت تُستغل دومًا من نفس التشكلات

الأرضية المشابهة لتشكلات الفحم قد تم استنفاذها تقريبًا لذلك توجب على الصناع استيراد الخامات أو الحصول عليها من المنحدرات الجوراسية فى شرقى الميدلاند .

ولقد كان إرتفاع نسبة الفوسفور فى خامات شرقى الميدلاند عائقًا دون استغلالها قديمًا ولم يتمكن أحد من استعمالها إلا بعد عام ١٨٧٠ ، وهو التاريخ الذى ظهر فيه اختراع توماس الذى أوجد طريقة عملية لمعالجة الخامات الفوسفورية .

وقد أدّى إستخدام هذه الخامات إلى بعض التغييرات فى مواقع مراكز صناعة الحديد والفولاذ البريطانية . وبالإضافة إلى مناطق تصنيع الفولاذ القديمة التى أُنشئت بالقرب من حقول الفحم . نشأت مراكز جديدة للإنتاج فى المقاطعات التى يعدّن فيها الخام شرقى الميدلاند وفى المرافىء التى يتم استيراد الحديد إليها من أوروبا وإفريقيا وكندا .

وتقوم المواقع القديمة فى كل من ساوث ويلز وشيفلد ووسط اسكوتلندا وبرمنغهام بإنتاج أكثر من ثلثى مجموع إنتاج الحديد والفولاذ البريطانى . ولا زال الفحم الصالح لإنتاج الكوك موجودًا فى جميع هذه المراكز عدا برمنغهام . ولكن القوى البشرية الكثيفة مسؤولة إلى حد ما عن إستمرار وجود هذه الصناعة فى مواقعها التاريخية .

ولقد مكّنت المساعدات التى قدمتها الدولة لسكوتلندا وويلز من إنشاء مصانع متكاملة واسعة لصناعة الفولاذ لتحول دون انتشار البطالة ولتستخدم اليد العاملة الماهرة المتوفرة هناك .

أما فى مقاطعة برمنغهام التى لا يتوفر فيها الخام ولا الفحم بصورة مباشرة فيصنع الفولاذ من الحديد الكتلى (الصب) الذى يصلها من الشرق والفحم الذى تستورده من الشمال .

وبعد عام ١٨٧٠ بدأ بعض صناع الحديد والفولاذ بالنزوح إلى حيث الخامات الجوراسية أى إلى شمال شرق إنكلترا وشرقى الميدلاند ، وحوالى عام ١٩١٣ أضحت منطقة ميدلز بورو Middles borough تقدم حوالى خُمسَى الحديد البريطانى .

وعلى الرغم من أنه قد تم إستنفاد معظم الخامات الجوراسية القريبة من كليفلند إلا أن الصناعة استطاعت أن تستمر فيها رغم تناقص الإنتاج وذلك لسهولة إستيراد الخامات بطريق البحر . ومع هذا فإن منطقة خامات شرق ميدلاند . وهى جزء من نطاق الخامات الممتد إلى الجنوب . تقوم بإنتاج معظم الحديد الكتلى المحلى البريطانى وحوالى ١٠٪ من الفولاذ .

ولقد أقيم حديثاً عدد من مشاغل الفولاذ Steelworks فى المرافىء وبالقرب من الأسواق وأبرزها المصنع المقام فى داغنهام Dagenham بالقرب من لندن الذى يؤمن إحتياجات صناعة السيارات . وكذلك المصنع القريب من كارديف فى ساوث ويلز الذى يقدم ما تحتاج إليه صناعة صفائح الحديد المموه بالتنك Tinplacite .

ومع أن خامات الحديد البريطانية قد تناقصت إلى حد كبير ، نجد أن إنتاج هذه البلاد من الفولاذ قد ازداد فى فترة الخمسينات من ١٦ مليون طن فى العام إلى أكثر من عشرين مليونا . وقد نجمت هذه الزيادة بلا شك عن تجديد مصانع الفولاذ القائمة وإقامة مصانع واسعة جديدة متكاملة ذات صلة وثيقة غالبًا بصناعة أخرى . وقد بلغ إنتاج الفولاذ فى بريطانيا عام ١٩٧٧ حوالى (٢٠.٤) مليون طن .

وإذا نظرنا إلى واقع هذه الصناعة أدركنا أن بريطانيا ستبقى مكتفية ذاتيًا بفحم الكوك فى حين أنها ستضطر دومًا لاستيراد معظم ما تحتاج إليه من خامات الحديد .

## ثانيًا ـ المنظمة الإقتصادية الأوروبية :

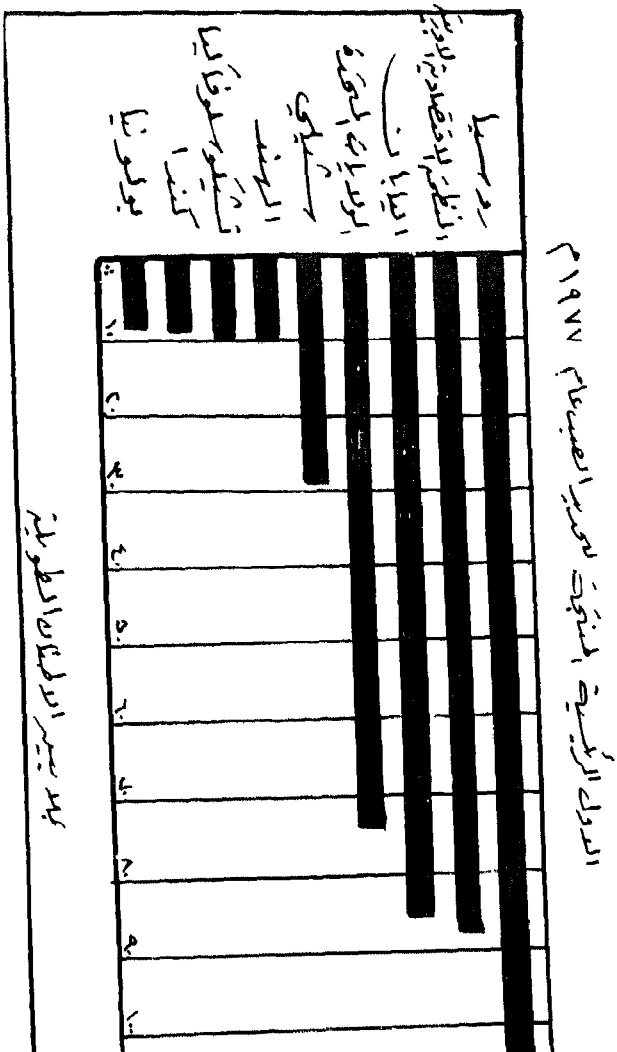
قامت السلطة العليا لجماعة الفحم والحديد الأوروبية بتنسيق إنتاج الفحم وخامات الحديد والفولاذ بين الدول الأعضاء فى هذه الجماعة وبذلك أضحت هذه السلطة Vehicle الحركة الأساسية للوصول إلى التكامل الإقتصادى الأوروبى ، وأدّت إلى خلق المنظمة الأوروبية التى تشتهر باسم السوق الأوروبية المشتركة . ولا تزال هذه السلطة العليا مستمرة فى تنسيق وتكامل النشاطات فى صناعة الفحم والفولاذ فى البلاد المعنية .

ولقد أدّى التبادل الحر بين بلاد السوق المشتركة إلى توسع منقطع النظير فى إنتاج الفولاذ كما ساعد على القيام بالتعديلات الممكنة فى استخراج الفحم والمظاهر الأساسية فى الإنتاج التى طالما افتقدتها أوروبا طويلاً

ويتم بين المجموعة الآن تبادل تجارى محترم من حيث خام الحديد ، إلا أن الإستيراد من خارج السوق كان أكثر من ذلك بكثير(١) ، وذلك لأن هناك ميلا واضحًا ضمن دول

---

(١) فى عام ١٩٧٨ كان مجموع ما استخرج ضمن دول المنظمة ١٣٠ مليون طن مترى من خامات الحديد وبلغ ما تم تبادله بين دول هذه المنظمة ٣٧ مليونًا . فى حين بلغ ما استوردته هذه الدول حوالى ٤٦ مليون طن .



شكل (٤٠)
الدول الرئيسية للحديد

المجموعة نحو إستعمال الخامات الممتازة المستوردة . ولكن هذا الأمر سيؤدى بلاشك إلى تأثر بعض مناجم الحديد فى كل من جنوب فرنسا وغربها وكذلك فى ألمانيا الغربية التى تقع بعيدة عن مناطق الاستهلاك والتى تتميز بارتفاع تكاليف إنتاجها ، بحيث ستجد صعوبة تزداد مع الزمن فى منافسة المستورد من هذا الخام . (شكل ٤٠) و(شكل ٤١) .

**فرنسا :**

كانت مقاطعة اللورين الفرنسية خلال فترة السنوات العشر التى سبقت الحرب العالمية الثانية تحتل المرتبة الثانية فى إنتاج خام الحديد بعد إقليم البحيرة العليا الأمريكية . ولقد بلغ متوسط الإنتاج السنوى من الخام فى فرنسا فى الفترة الواقعة بين عام ١٩٣٥ و ١٩٣٨ أكثر من ٣٤ مليون طن طويل بقليل . كان حوالى ٩٥٪ منه يأتى من تكوينات الخام فى اللورين ، أما فى السنوات الماضية فقد ارتفع الإنتاج إلى أكثر من ٦٠ مليون طن .

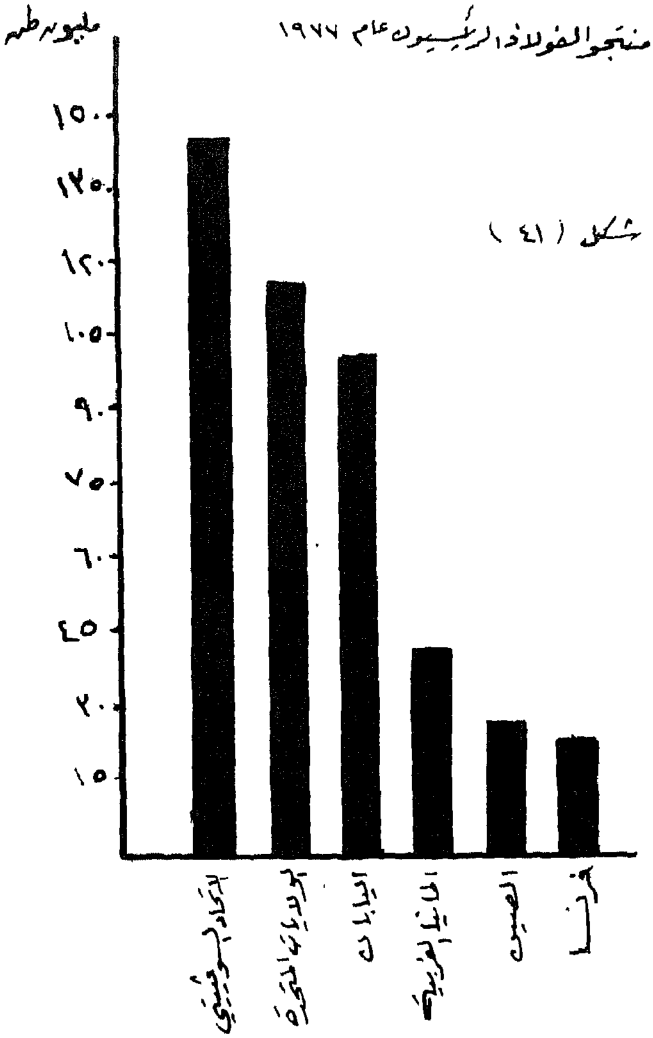
ولا يتميز خامات اللورين غناها بالفلزات إذ لا تزيد نسبتها فيها عن ٣٣٪ ولكن ما يميزها فعلاً هو أنها من نوع البيوض Oolitic التى تضم فحمات الكلس لهذا كانت جاهزة للصهر بتكاليف منخفضة نسبيًا . ولقد ظلت هذه الخامات مع ذلك فترة طويلة قبل أن يتمكن أحد من إستعمالها فى الصناعة وذلك لأنها من نوع الخامات الفوسفورية . ولكن إستعمال اختراع (توماس) أو طريقة غلكريست Gilchrest مكنت من تجاوز هذه العقبة وساعدت لا فى إستخدام هذه الخامات وحسب ، بل وفى بيع الخبث الأرضى Ground Slag أو ما يسمى بطحين توماس بإعتباره ناتجًا ثانويًا مشتقًا يستعمل كسماد فورسفورى .

وحوض اللورين على العموم ذو أهمية كبيرة لأنه يحتوى على أكبر احتياطى لخام الحديد فى أوروبا الغربية .

ولقد ساعد استيلاء الألمان على اللورين وعلى جزء من توضعات خام الحديد الفرنسية عند إنتهاء الحرب الفرنسية البروسية عام ١٨٧٠ ألمانيا على تصنيع نفسها بنسبة كبيرة جدًا والدليل على ذلك هو التقدم السريع الذى تم فى منطقة أراضى الراين ـ وسنغاليا الصناعية . فقد أصبحت هذه المنطقة التى شملت حوض الرور الفحمى عام ١٩١٣ أكبر مقاطعة لصنع الفولاذ فى أوروبا القارية .

وبعد أن استعادت فرنسا اللورين عام ١٩١٨ أصبحت من أكبر البلاد تصديرًا لخام الحديد فى العالم ، بالإضافة إلى أنها تمكنت من النهوض بصناعتها الفولاذية .

منتجو الفولاذ الرئيسيون عام ١٩٧٧




شكل (٤١)
منتجو الفولاذ الرئيسيون

أما اليوم فقد أنتهى التنافس الفرنسى الألمانى حول هذه المنطقة إلى حد ما بعد أن أصبحت تحت إشراف المنظمة الإقتصادية الأوروبية .

وتتمركز مصانع الفولاذ الفرنسية اليوم وبالدرجة الأولى فى إقليم اللورين فى المنطقة الممتدة بين لاندسى وحدود دولة لوكسمبورغ وكذلك توجد بعض المصانع الكبيرة فى منطقة حقول الفحم الشمالية وبالقرب منها فى إقليمى لوكروزو وسانت اتيين فى الماسيف سنترال وفى الألب الفرنسية .

**ألمانيا الغربية :**

تضم الأرض الألمانية كميات كبيرة من الفحم الصالح لتوليد البخار ولصنع الكوك فى المنطقة المشهورة باسم منطقة الرور . وتقع معظم مكامن خامات الحديد إلى الجنوب الشرقى من هذه المنطقة بالقرب من سييغ Sieg ولاهن . وعلى بعد يتراوح بين ١٣٠ و١٨٠ كيلو مترًا من المنطقة الفحمية . ولكن هذه الخامات فقيرة على العموم بفلزاتها إذ لا يتجاوز متوسط الفلزات فيها الـ ٣٠٪ من حجمها .

وبسبب مخزون ألمانيا الكبير من الفحم الصالح للكوك وسهولة شحن هذا الفحم إلى مختلف المناطق عن طريق الشبكات المائية الممتازة التى تصل حتى المحيط . كانت ألمانيا قادرة دومًا على أن تحصل بسهولة على الخامات الممتازة التى تستوردها من السويد لتكمل بها حاجتها من هذا المعدن . أما اليوم وكنتيجة لحرية التبادل بين دول المنظمة الإقتصادية أضحى الكثير من خام الحديد الفرنسى يذهب إلى ألمانيا . وغالبًا ما يشحن الفحم بدلاً منه من الأراضى الألمانية إلى الأراضى الفرنسية وهذا الأمر يساعد على تخفيف تكاليف نقل هاتين المادتين إلى حد بعيد .

وعلى الرغم من أن الحرب قد أدت إلى شطر ألمانيا إلى قسمين لازال إنتاج الفولاذ يتمركز فى ألمانيا الغربية حتى الآن وخاصة فى حوض الرور الفحمى . مع أن هناك ميل ظاهر لدى المصانع المنتجة للفولاذ إلى التحرك باتجاه نهر الرين .

ويُعد إقليم السار مركز الإنتاج الرئيسى الثانى فى البلاد الألمانية وهو يقع مباشرة إلى الشرق من الإقليم الرئيسى لإنتاج الفولاذ فى فرنسا واللكسمبورغ . وكذلك نجد عددًا صغيرًا من المصانع تعمل اليوم فى إقليم سييغ ـ لاهن . بالإضافة إلى بعض المصانع الصغيرة التى انتشرت على أطراف نهر الرين الأعلى فى منطقة مانهايم .

**بلجيكا واللكسمبورغ وهولندا :**

على مقربة من رواسب خام الحديد فى اللورين تقوم دولتان صناعيتان صغيرتان ولكن مهمتان هما بلجيكا واللوكسمبورغ . إلا أن هاتان الدولتان تتميز إحداهما على الأخرى ، فنى حين نجد أن أراضى بلجيكا تضم كميات لا بأس بها من الفحم فإننا بالكاد نعثر على بعض المواد الخام فيها ، بينما تشتهر اللوكسمبورغ بخامات اللورين ولكن ليس فيها أى فحم .

ولقد اعتمدت الصناعة البلجيكية الناهضة طويلا على مستعمراتها الكبيرة فى أرض الكونغو التى كانت خاماتها المتنوعة السبب الأساسى فى تقدم البلاد البلجيكية . وتتمركز معظم مصانع الحديد والفولاذ فى بلجيكا فى شارلروا ولييج ، أما فى اللوكسمبورغ فتقوم فى الجزء الجنوبى من البلاد مشكِّلة قسمًا من مقاطعة اللورين .

أما هولندا فتضم أراضيها الفحم وينعدم فيها الخام شأنها هذا شأن بلجيكا ، ومع ذلك فهى تمتلك مصنعًا متكاملاً لصنع الفولاذ بالقرب من ايميودن Ijmuiden فى النهاية الغربية لقناة بحر الشمال التى تمتد من امستردام إلى البحر المذكور ، حيث تسمح الحواجز المقامة على هذه القناة بتأمين حركة السفن البحرية الكبيرة .

**إيطاليا :**

لا يوجد فى إيطاليا عمليًا إلا القليل من خامات الحديد ، ولهذا كان لا بد لصناعة الفولاذ فيها من أن تعتمد بصورة كبيرة على الخامات المستوردة وفضلات الحديد . ولقد كان الأتروسكانيون الذين سكنوا إيطاليا قبل العهد الرومانى من أوائل الناس فى إنتاج المعادن فى العالم . وكانوا يستعملون أفران صهر بدائية لا تستطيع تأمين ما يكفى من حرارة لإذابة الحديد ، وإن كان فى إمكانها خفض أو حرق نسبة مادة الأوكسجين فى الخامات ذات الأكاسيد ، وكان ينجم عن هذه العملية كتل الحديد الإسفنجى Sponge Iron ، التى بلغت بقاياها التى تراكمت خلال قرون عدة أكثر من مليونى طن .

ولقد استعملت أفران الصهر الإيطالية التى اقيمت على الساحل الغربى من إيطاليا هذه البقايا لأنها تضم فى الحقيقة أكثر من ٥٠٪ من حجمها من الحديد الذى لم تستطع الطرق القديمة إذابته .

ولقد تمركزت صناعة الفولاذ الإيطالية أول الأمر فى شمالى البلاد ولكن اعتماد هذه الصناعة بشكل واسع على الفضلات المستوردة والخامات الأجنبية والفحم فى السنوات

الأخيرة أدّى إلى إقامة مصانع جديدة وتوسيع المصانع القديمة القريبة من حدود مياه المد والجزر. وهذا الوضع يشبه إلى حد ما .. يجرى حاليًا فى الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا العظمى.

وأحسن مثل عن هذه المصانع الجديدة نجده فى تارانتو Taranto على ساحل إيطاليا الجنوبى.

## ثالثًا ـ الدول الأوروبية الأخرى المشهورة بإنتاج الفولاذ والحديد:

تعتبر السويد والنمسا وأسبانيا من أهم الدول الثانوية فى إنتاج الفولاذ والحديد فى غرب أوروبا. وقد اشتهرت السويد منذ أمد طويل بجودة الفولاذ الذى تنتجه، ولقد اكتسبت هذه البلاد شهرتها هذه قبل أمد بعيد من شهرتها باحتياطيها الكبير من خام الحديد. ولقد كانت أولى صناعاتها عبارة عن أعمال محدودة النطاق استعملت فيها رواسب الخام الصغيرة المتناثرة فى وسط البلاد، وقد استخدم لإذابة هذه الخامات الفحم الخشبى.

وتمكن العمال السويديون الأوائل باستخدامهم الفولاذ المكربن Carbon Steel من إنتاج الآلات الحادة وبصورة خاصة السيوف، وأعطاهم هذا الأمر شهرة واسعة فى طول البلاد الأوروبية وعرضها، هذه الشهرة التى لم تزل تساعدهم على رواج منتجاتهم.

وشهرة السويد الحقيقية تكمن فى الحقيقة اليوم فى عظم احتياطى خاماتها من الحديد المغنط الذى يوجد منتشرًا فى شمال البلاد فى مقاطعتى كيرونافارا Kurunavara وجالليفارى Gallivare وراء الدائرة القطبية.

وتزيد نسبة الفلزات فى هذه الخامات عن ٦٠٪ من الحديد حيث يتراوح الإنتاج السنوى للمناجم السويدية بين ١٨ ـ ٢٠ مليون طن. يصدَّر أكثر من ٨٠٪ منه إلى كل من إنكلترا ودول المنظمة الإقتصادية الأوروبية والولايات المتحدة. وهذه البلاد تُعتبر المستهلك الرئيسى للخامات السويدية. إلا أن السويد تصدر بعض هذه الخامات إلى بولونيا والبلاد الأخرى.

ويعوق تقدم صناعة الحديد والفولاذ السويدية التى تتمركز فى الجزء الأوسط من البلاد فى المنطقة الواقعة إلى الشمال والغرب من استكهولم ـ قلة الفحم الصالح لصناعة الكوك، إلا أن الصناع المهرة تمكنوا من تجاوز هذه العقبة جزئيًا عن طريق تأمين الفحم بواسطة النقل المائى من ألمانيا الغربية وبريطانيا مقابل شحنات الخام التى يرسلونها إلى هذين

البلدين . وكذلك فقد اعتمدوا على المتوفر من غابات الشمال حيث استعملوا الفحم الخشبي الذى لا يزال يستخدم إلى حد ما فى تصنيع أنواع الفولاذ الممتاز.

أما النمسا فتضم أرضها خامات حديدية جيدة غنية فى الجزء الجنوبى الشرقى من البلاد وبصورة خاصة فى المنطقة المحيطة بمدينة غراتس Gratz بالقرب من الحدود اليوغسلافية . وأهم المراكز الصناعية فيها هى لينز Linz وايسنرز Eisenerz .

وتستعمل فى هذه البلاد اليوم أحدث الطرق المعروفة للحصول على الفولاذ وهى طريقة لينز ـ دوناويتس Linz-Donawitz وهى أسرع الطرق المعروفة لإنتاج الفولاذ الممتاز التى تم إدخالها إلى مدينة لينز.

وبالنسبة لأسبانيا فقد كانت هذه البلاد وما زالت مصدرًا رئيسيًا وهامًا لخامات الحديد التى تصدَّر إلى أوروبا الغربية . وعلى الرغم من تزايد إنتاج الفولاذ فيها سنة بعد أخرى ، لا تزال أكثر الخامات المعدَّنة فى أرضها تعد للتصدير إلى الخارج .

## رابعًا ـ روسيا والبلاد المتاخمة لها :

### الإتحاد السوفياتى :

كانت روسيا الأوروبية خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر من أبرز البلاد المنتجة للحديد وكانت أهم مصانعها قد أقيمت أول الأمر فى إقليم موسكو ثم تبعها إقامة مصانع أخرى فى جبال الأورال .

ولقد استعملت هذه الصناعة الفحم الخشبى كوقود رئيسى وكعامل مختزل أيضًا . أما اليوم فيعتبر الإتحاد السوفياتى أحد المنتجين الثلاثة الكبار لخامات الحديد والفولاذ . بالإضافة إلى المنظمة الإقتصادية الأوروبية والولايات المتحدة الأمريكية (أنظر شكل ٤٠ و٤١) .

ونمت هذه الصناعة بسرعة كبيرة منذ الثورة البلشفية بسبب التركيز الذى جرى على تطوير الصناعات الثقيلة . ولكن صناعة الفولاذ أصيبت بضربة قاسية أثناء الحرب العالمية الثانية حتى أن إنتاجها قد انخفض إلى ١٢ مليون طن فى حين أن هذا الإنتاج كان قبيل الحرب يزيد على ١٨ مليون طن . ولكن إعادة ما دمرته الحرب وكذلك إقامة المصانع الجديدة فى الفترة التى تلت الحرب أدت إلى ازدياد الإنتاج بشكل هائل حتى وصل فى حوالى عام ١٩٦٠ إلى أكثر من ٧٠ مليون طن من الفولاذ . ثم قفز إلى ما يزيد عن (١٤٦)

مليون طن عام ١٩٧٧ وبهذه الكمية الضخمة يتصدر الإتحاد السوفياتي دول العالم في إنتاج الفولاذ .

وتقع أهم مراكز إنتاج الحديد والفولاذ في منطقة أوكرانيا بالقرب من خامات الحديد في كريفويروغ أي الدونباس أو ما يدعى بحوض الدونتز حيث يوجد الفحم ومنطقة الصناعة إلى الشرق قليلا من هذا الحوض وكذلك في شبه جزيرة كيرش Kerch . وتنتج هذه المناطق ما يزيد على نصف خامات الحديد السوفياتية وأكثر من ٣٠٪ من فولاذها . ولقد كان هذا الإقليم أهم نسبيًا مما هو عليه اليوم في الفترة التي سبقت الحرب العالمية الثانية ولكنه أصيب بتخريب كبير أثناء تلك الحرب .

وفي فترة الحرب والفترة التي تلتها جرى تركيز كبير على إقامة مصانع جديدة في الجزء الجنوبي من إقليم الأورال وفي حوض كوزنتسك الواقع إلى الشرق من سيبريا وكان السبب المباشر الذي دفع السوفيت إلى هذا الأمر هو الدرس الذي تعلموه أثناء الحرب . وهو أنه يسهل على العدو تخريب المنشآت الصناعية إذا كانت مقامة غربي جبال الأورال .

وتذاب خامات كل من كريفويروغ وكيرش مع الكوك المستخرج من الدونباس على بعد يزيد على ٢٥٠ كيلو مترًا إلى الشرق والشمال من هذا الحوض ــ وأهم المراكز إنتاجًا في هذه المنطقة هي مقاطعة الدنيبر التي يزداد نموها كما في زادانوف Zahdanov على ساحل بحر آزوف وفي حوض الدونباس نفسه .

وتعتبر جبال الأورال التي تمتد من الشمال إلى الجنوب من أهم البقاع في العالم لإنتاج المعادن ففي هذه الجبال توجد رواسب واسعة من خامات الحديد (الممغنط) بالإضافة إلى خامات معادن عديدة أخرى صالحة للاستعمال كالمنجنيز والكوبالت والنيكل والكرونيوم والتيتانيوم والتنجستين والفناديوم .

وفي هذه المنطقة لا نجد خامات الحديد الرئيسية فحسب بل جميع المعادن التي تستعمل لصنع الخلائط الحديدية أيضًا .

ونجد في هذه المنطقة أيضًا معادن غير حديدية كالنحاس والألمنيوم والزنك والذهب والبلاتين والكولومبيوم وجميعها تعدن محليًا بالإضافة إلى أن أهم إقليم لإنتاج البترول الروسي يقع إلى الغرب مباشرة من هذه المنطقة الخامة ولكن العقبة الرئيسية هنا . أنه لا يوجد في منطقة الأورال إلا القليل من الفحم الصالح لصناعة الكوك أو الذي يمكن أن يستعمل

لإذابة هذه الخامات إذا استثنينا من ذلك الليجنيت .

وأهمية هذه المنطقة تبدو فى أن أكثر من ثلث خامات الحديد السوفياتية تعدَّن فيها وبصورة خاصة فى ماغنيتوغورسك Magnitogorsk فى قسمها الجنوبى بالإضافة إلى ثلاثة مراكز أخرى تقع أبعد إلى الشمال .

ويُقدر إحتياطى جبال الأورال من خامات الحديد بعشر الاحتياطى السوفياتى . ويستعمل فى صنع أكثر من ثلث فولاذ الإتحاد السوفياتى والذى يجرى إنتاجه فى الأورال من الخامات المحلية . إلا أن هذه الصناعة تحتاج بلا شك إلى جلب الفحم من مسافات بعيدة نسبيًا . وأهم مصادر الفحم المستعمل هى كراغاندا التى تبعد أكثر من ٩٠٠ كيلو مترًا إلى الجنوب الشرقى من ماغنيتوغورسك وحوض كوزنتسك أو الكوزباس الذى يبعد عنها أكثر من ١٥٠٠ كم شرقًا وراء نهر الأوب

وحركة الفحم هنا تخضع لتنظيم دقيق مدروس أكثر مما تبدو عليه للناظر من الوهلة الأولى . لأن خام الحديد يرسل كحمولة مرتجعة إلى مصانع الفولاذ المقامة فى حوض كراغندا الفحمى بدلاً من الفحم .

ولقد أضحت كوزباس اليوم لهذا السبب من أهم مراكز إنتاج الفولاذ فى الإتحاد السوفياتى معتمدة بذلك على الفحم لتوفُّر فى هذا الحوض وعلى خامات الحديد التى كانت تصلها أصلاً من جبال الأورال . ولكن منذ الحرب العالمية الثانية تمت الإستفادة من خامات الحديد القريبة فى الجنوب الشرقى من نوفوكوزنتسك (سابقًا ستالين) فى حوض كوزباس . وتقدم هذه المنطقة اليوم حوالى عشر خامات الحديد السوفياتية وكذلك عُشر إنتاج الفولاذ السوفيتى ، حتى أن مصانع الفولاذ التى تنتشر اليوم فى نوفوكوزنتسك تعتبر ثانى أكبر مصنع فى البلاد لهذه المادة .

وتنتشر فى الاتحاد السوفياتى مناطق عديدة أخرى تضم توضعات من خامات الحديد والفحم . وهى شديدة التبعثر فوق سطح الإتحاد السوفياتى الواسع لذلك كانت تحتاج بغير شك إلى نقل طويل قبل أن يمكن الإستفادة منها . وأحسن مثل على ما نقول يظهر فى رواسب خامات الحديد فى يينا Yena فى شبه جزيرة كولا Kola فى أقصى الشمال الغربى من البلاد حيث يجرى صهر الخامات فى مصنع للفولاذ أقيم فى شريبوفيتس Cherepowyets غربى لينغراد وعلى بعد يزيد على ٩٠٠ كم من مكان المناجم . ونجلب الفحم لهذا المصنع

من فوركوتا Vorkuta من أقصى شمال جبال الأورال . أى من بعد يزيد من ١٣٠٠ كيلو متر .

ويستند إنتاج الفولاذ السوفيتى الضخم جزئيًا على انتشار إحتياطى الخامات والفحم فى هذه البلاد . ويعتبر الإتحاد السوفياتى الدولة الوحيدة بين الدول التى تشتهر بصناعة الفولاذ والتى تمتلك احتياطيًا هائلاً جدًا من الخامات الغنية . كما يستند الإنتاج السوفيتى أيضًا إلى أن هذا الإتحاد هو البلد الوحيد الذى يتمتع بوجود كميات محلية كافية من معادن خلائط الحديد الضرورية لتصنيع الفولاذ الممتاز .

### بولونيا وتشيكوسلوفاكيا

تقوم صناعات الحديد والفولاذ البولونية بالدرجة الأولى فى حوض سيليزيا الفحمى الواسع الذى يمتد من جنوب البلاد البولونية وحتى الأراضى التشيكوسلوفاكية معتمدة على رواسب خامات الحديد الفقيرة القليلة الموجودة بالقرب من ترستوشووا Czestochowa ومنطقة كيلشى ـ رادوم Kielce-Radom . ولقد تم بناء مصنع نوواهوتا Nowahuta أهم مصانع الفولاذ البولونية بعد الحرب العالمية الثانية إلى الشرق قليلاً من الحوض الفحمى بالقرب من مدينة كراكو Cracow ولكن على الرغم من ذلك فقد ظلت المنطقة السيليزية من أهم مناطق إنتاج الفولاذ البولونى .

أما تشيكوسلوفاكيا فتتوفر فيها خامات الحديد والفحم الصالح لصناعة الكوك وكذلك الأحجار الكلسية اللازمة للإذابة مجتمعة فى مقاطعة بوهيميا Bohemia فى القسم الغربى من البلاد . ولذلك كان إنتاج الفولاذ متمركزًا فى هذه المنطقة بالقرب من العاصمة (براغ) بالإضافة إلى بعض الإنتاج الذى يوجد فى الجزء الصغير الذى يقع فى تشيكوسلوفاكيا من الحوض السيليزى .

وتنتج كل من يوغسلافيا وهنغاريا ورومانيا كميات قليلة من خام الحديد وكميات متواضعة من الفولاذ وفى كل منها نجد مصانع متكاملة لإنتاج الحديد والفولاذ إلا أنها جميعًا ذات أهمية محلية .

### (ب) أفريقيا :

يتزايد تعدين خامات الحديد بسرعة فى القارة الإفريقية أيضًا وذلك بسبب تزايد

الطلب عليها من كل من الولايات المتحدة ودول القارة الأوروبية . التى استغلت خاماتها كثيرًا أوصل أكثر مناجمها إلى حد الإنهاك .

وتوجد أهم أقاليم إنتاج خام الحديد الإفريقية فى الشمال الإفريقى ودويلات الشاطىء الغربى من إفريقيا وجنوبى إفريقيا . وقد بدأ إنتاج كل من إفريقيا الشمالية والجنوبية من هذه الخامات منذ عقود عدة فى حين أن الاستغلال لم يبدأ على الساحل الغربى إلا منذ أمد بسيط .

وقد تزايد إنتاج خامات الحديد فى الشمال الإفريقى فى كل من تونس والجزائر والمغرب وموريتانيا بين عام ١٩٥٠ و١٩٧٨ إذ بلغ عام ١٩٥٠ حوالى ٣.٥ مليون طن . بينما وصل إنتاج هذه الأقطار الأربعة إلى (٣٠) مليون طن عام ١٩٧٨ ولقد كان لقرب مناجم هذه الأقطار العربية الإفريقية من أسواق إستهلاك خاماتها فى أوروبا أثر كبير على ازدياد إنتاجها وخاصة الجزائر التى تستخرج معظم خامات الحديد من أرضها .

أما **مصر** فلم يزد إنتاجها المحلى من الخامات على ٢٠٠ ألف طن . ومع ذلك فقد أقيمت فيها صناعة للحديد والفولاذ فى حلوان ولكن الفحم والحديد الذى تعتمد عليه يستورد أكثره من الخارج .

**وليبريا** من أشهر الدول إنتاجًا لخامات الحديد اليوم على ساحل إفريقيا الغربية حيث يجرى إنتاج ما يزيد على(٤) ملايين طن منه فى العام . ويشحن معظم إنتاجها من هذه الخامات إلى الولايات المتحدة الأمريكية . كذلك تقوم كل من سيراليون وغينيا بإنتاج بعض هذه الخامات التى تصدَّر أيضًا .

وقد تم خلال العقد الماضى من هذا القرن اكتشاف تكوينات هامة وواسعة من الخامات الغنية الصالحة للشحن المباشر فى عدد من المقاطعات فى إفريقيا الغربية . ولكن ضيق الأسواق الداخلية حاليًا فى إفريقيا دفع الذين اهتموا باستغلال مناجمها إلى تصدير الخامات وبصورة خاصة الشركات الأوروبية والأمريكية ، عدا عن أن غرض هذه الشركات الاستثمارية الأساسى هو استغلال الخامات لمصلحة وطنها الأصلى لا إقامة صناعة حديدية فى المناطق المستغلة .

وتعانى الشركات المستغلة لخامات الحديد الإفريقية الأمرَّين من سوء الطرق وإنعدام

لسكك الحديدية في أغلب الأنحاء الإفريقية . ما عدا شمالى وجنوبى إفريقيا . فأغلب الطرق الإفريقية تعتبر من وجهة النظر الإقتصادية طرقًا غير كافية وملائمة لأنها تجعل نفقات النقل البرى من أعلى النفقات المعروفة فى العالم . ولهذا السبب بالذات لا يستغل من التوضعات المعدنية عادة إلا ما كان قريبًا من الشواطىء .

أما فى إفريقيا الجنوبية فيوجد خام الحديد فى الترنسفال حيث يتراوح ما تضمه هذه الخامات من فلزات بين ٥٠ و٦٠٪ ويبلغ إنتاج هذه البلاد حوالى ثلاثة ملايين طن من الخام .

وتعتبر إفريقيا الجنوبية من أكثر البلاد الإفريقية تصنيعًا . حيث تمتص صناعة الفولاذ المحلية أكثر الخامات المنتجة فى أرضها . وأهم مراكز الصناعة نجدها فى بريتوريا وفاندربيل بارك Vanderbijl Park . وصناعة الفولاذ فى هذه البلاد من أحدث الصناعات وأجدها نسبيًا إذ أن أول إنتاج لها كان فى عام ١٩٣٤ .

**(جـ) آسيا (عدا الاتحاد السوفياتى) :**

من المعروف حتى الآن أن مصادر خام الحديد فى هذه القارة ليست كبيرة أبدًا ولكنها موزّعة على نطاق واسع . ومع ذلك فإنتاج الخامات هنا لا يساوى إنتاج أوروبا أو أمريكا الشمالية . ولو أن مظاهر الصناعة الثقيلة التى أخذت تبدو مع الثورة الصناعية التى بدأت تظهر آثارها الآن فى هذه القارة إذا أضيف إليها بعض الاستقرار السياسى سيؤديان بالطبع إلى زيادة سريعة فى إنتاج كل من الحديد والفولاذ .

ولقد جرى تقدم كبير بالطبع فى إنتاج الفولاذ فى الصين حيث بلغ متوسط الإنتاج كما تدل التقارير حوالى ٢ مليون طن فى السنة فى الفترة المنصرمة الواقعة بين عام ١٩٥١ ـ ١٩٥٥ . بينما تدل التقارير على أن هذا الإنتاج قد تجاوز فى أواخر عام ١٩٧٨ (٢٩) مليون طن .

ويقدر إحتياطى الصين من الخام بتقديرات مختلفة إلا أن المعروف أنه إحتياطى كبير ومعظمه من النوع الفقير . وتدل آخر المعلومات على أن إنتاج الصين من الخام الحديد وصل إلى أكثر من ٣٩ مليون طن فى أوائل عام ١٩٧٨ . وتوجد أهم مراكز توضعات الحديد الصينية فى جنوبى منشوريا وفى مقاطعات هوبه وشانتونغ وفوكين . كما يوجد عدد من لتوضعات الصغيرة بشكل متفرق تتناثر فى طول البلاد وعرضها .

وأهم مراكز إنتاج الفولاذ الصينى تقوم فى كل من انشام جنوبى منشوريا ويوهان بالقرب من هانكاو . ويوجد غيرها فى بكين وشونغ كينج .

أما فى **اليابان** فإن إنتاج خام الحديد فيها بسيط . وتستورد هذه البلاد معظم ما تحتاج إليه من أكثر من إثنى عشر مصدرًا بعضها بعيد كالبرازيل وبعضها فى البلاد الإفريقية .

وتستورد اليابان أيضًا مضطرة أكثر ما تحتاج إليه من فحم وعلى الرغم من هذه العقبات التى تقوم فى وجه الصناعة اليابانية ، فقد ازداد إنتاج الفولاذ بصورة واضحة فى الفترة التى تلت الحرب العالمية الثانية إذ بلغ إنتاجها منه عام ١٩٥٠ (٥) ملايين طن فى حين تجاوز هذا الإنتاج (١٠٥) مليون طن فى أوائل عام ١٩٧٨ محتلة بذلك المرتبه الثالثة بعد الإتحاد السوفياتى والولايات المتحدة .

ولقد أصبحت اليابان خلال العقد الحالى أول دولة لبناء السفن البحرية معتمدة فى إنتاجها هذا على إنتاجها من الفولاذ المحلى .

إن زيادة الإنتاج اليابانى ترجع بالدرجة الأولى إلى نشاط اليابانيين وإلى حاجة السوق المحلية لهذه المادة ، كما ترجع إلى زيادة طلب الأسواق الخارجية على الفولاذ اليابانى .

وتقوم أكبر مراكز إنتاج الفولاذ فى اليابان اليوم فى جزيرة كيوشو الشمالية وجزيرة هونشو الجنوبية .

وتمتلك الهند كتلاً واسعة من خامات الحديد الغنية القليلة الفوسفور وتضم خاماتها من ٦٠ إلى ٦٢٪ من الفلز الحديدى . وأهم مناطق التعدين فيها نجدها فى بهار وأوريسا حيث تم مؤخرًا إكتشاف احتياطى ضخم من خام الحديد وبلغ إنتاجها منه عام ١٩٧٨ ٢٢.٢ مليون طن . وأقدم مراكز صناعة الحديد والفولاذ الهندية تتمركز فى جمشيدبور Jamshnedpur بالقرب من الخامات والفحم الصالح لصناعة الكوك . أما المراكز الجديدة فتوجد فى بهلاى Bhilai التى أقيمت بمساعدة السوفييت وفى روركيلا Rourkela التى أقيمت بمساعدة الألمان وفى دارغابور Dargapur التى أقيمت بمساعدة البريطانيين . وقد بلغ إنتاجها من الفولاذ ١.٤٪ من الإنتاج العالمى لعام ١٩٧٨ أى ٩.٨ مليون طن .

ومن بين الدول الثانوية الأخرى المنتجة للحديد فى آسيا نجد ملايو ونفبين وكوريا الشمالية وتركيا . وتقوم صناعة فولاذ صغيرة فى كل من كوريا الشمالية والبلاد التركية .

( د ) أستراليا

وتقع أهم المناطق المنتجة للحديد فى منطقة كنوب Qnob فى جنوب البلاد الأسترالية . بالإضافة إلى بعض مراكز الإنتاج الصغرى فى غربى أستراليا جنوب مدينة بيرت Perth وفى مضيق يامبى Yampi على الساحل الشمالى الغربى . ويتراوح إنتاج هذه المناطق بين ٤٠ و٤٧ مليون طن من خام الحديد فى عام ١٩٧٨ .

أما مصانع الفولاذ المتكاملة فتتمركز فوق حقول الفحم فى نيوكاسل فى ولاية نيوساوث ويلز بالقرب من حديد كنوب حيث يوجد أهم مركز لخامات الحديد الأسترالية وحيث تحمل السفن الفحم وخامات الحديد بين هذه المصانع بالتناوب . وإنتاجها من الفولاذ أقل من ١٥و١٪ من الإنتاج العالمى لعام ١٩٧٨ .

## صناعة الفولاذ دليل وقرينة على التصنيع :

يستخدم الحديد وبصورة خاصة الفولاذ فى الإقتصاد الصناعى فى العديد من الأغراض . ولكن أهمها كونه مادة أساسية لصناعة وسائل الإنتاج الحديث أى صناعة العدد والآلات .

ومن غير الممكن فى اقتصاد اليوم القيام بأى إنتاج كبير بالنسبة للفرد أو الجماعة سواء فى حقول الزراعة أو التعدين أو التصنيع أو النقل دون إستعمال العدد والآلات الفولاذية الحديثة التى تدار بواسطة القدرة . لذا فإن تصنيع الفولاذ وإستهلاكه فى بلد ما يعتبر دليلاً جيد وقرينة واضحة على درجة التصنيع فى ذلك البلد .

إن تحقيق مستويات حياة أرفع للبشر أجمعين يرتبط إرتباطًا كبيرًا بإستعمال الآلة وتعميمها وهذا الأمر يجعل من الفولاذ مادة ضرورية بل أساسية . ولهذا فلا غرابة إن وجدنا أن صناعة الحديد والفولاذ قد توسعت هذا التوسع السريع منذ الحرب العالمية الثانية . حتى أن الإنتاج قد إزداد فى أكبر الوحدات المنتجة للحديد والفولاذ فى العالم خلال الفترة التى تلت الحرب العالمية الثانية وبصورة خاصة لدى المنظمات الإقتصادية الأوربية والإتحاد السوفياتى هذا إذ تركنا جانبًا الولايات المتحدة الأمريكية التى كانت وما زالت من أكبر الوحدات المنتجة للحديد والفولاذ .

ولقد جرى تزايد فعلى أيضًا فى الإنتاج خارج حدود هذه الوحدات حتى فى بلاد

صغيرة المساحة كمصر وتركيا وكولومبيا . أما تزايد الإنتاج فى كل من الصين واليابان فقد كان بارزًا جدًا .

ومن المتوقع أن يرغب العديد من البلدان فى العقود المقبله من هذا القرن فى أن يقيم وسائل إنتاجه بنفسه . مما سيُبقى إنتاج الفولاذ بازدياد مستمر . طالما أن هذا الإنتاج هو صانع الزمن بالنسبة لجميع أشكال التقدم الصناعى .

# الفصـــل الثـــانى

# فلـزات خـلائط الحـديـد

# المواد الأولية ذات الأهمية الاستراتيجية

تحتاج صناعة الفولاذ الحديثة إلى عدد من المعادن الثانوية لاستعمالها كخلائط ، وسنعرض فى هذا الفصل إلى أهمها بالنسبة لهذه الصناعة . وإلى أماكن وجود فلزاتها ، كما سنبين عدم استغناء الدول الكبيرة فى العالم عن استيرادها .

لقد اعتمدت صناعة أنواع الفولاذ لقرون عديدة على تنوع نسبة الكربون التى تدخل فيها . وكانت هذه النسبة ذات حدود ضيقة جدًا ، إذ كانت تتراوح بين أقل من ١٪ وإلى ١٦٪ . كما اعتمد تنوع الفولاذ أيضًا على تنوع درجات التسخين والتبريد المستعملة خلال معالجة الفلز . وكانت نوعية الفولاذ الناتج تعتمد اعتمادًا كبيرًا على نقاء الخامات وعلى مهارة المنتجين فى إدارة عمليات الإذابة وغيرها من العمليات المستعملة فى تصنيع الفولاذ والتى كانت تكسبه الصلادة والصلابة والمتانة هذه الخصائص التى تجعل استعماله ممكنًا فى العديد من الأغراض .

ولقد كان معظم الفولاذ المصنوع فيما مضى يستخدم فى صناعة السيوف والسكاكين والأدوات القاطعة الأخرى . لذلك فقد كانت إمكانية الحصول على فولاذ قاطع أهم الصفات المرغوب بها ولهذا فقد ستعست الخامات الكربونية أو السيديريت غالبًا لأنها تتميز بانعدام الكبريت وغيره من العناصر الأخرى المعيقة للإذابة فيها . ومن هذه الخامات كان يجرى إنتاج أحسن أنواع الفولاذ المعروف فيما مصى ولكن الكميات التى كان يمكن إنتاجها منه ضئيلة تتميز بارتفاع أسعارها . ولهذا السبب أيضًا كانت أنواع الفولاذ التى يمكن الحصول عليها محدودة أيضًا .

أما فولاذ اليوم فلم يعد يقتصر على كميات متفاوتة من الكربون وحسب بل قد أصبح يضم أيضًا نسبًا معينة من فلز أو أكثر من الفلزات التى تدخل فى خلائطه ، مما نجم عنه

إمكانية إنتاج أنواع عديدة جديدة من الفولاذ يخدم كل واحد منها غرضًا معينًا .

لقد أصبح فن صناعة الفولاذ اليوم فرعًا شديد التعقيد من فروع العلم كما أصبحت له مبادىء محددة يستعملها المنتجون كدليل لهم فى إنتاج أنواعه المختلفة ومع هذا لا تزال الأبحاث الجارية تحاول فى كل يوم إيجاد مركبات جديدة نافعة من الحديد وخلائط الفولاذ .

## ١ ـ ٧ الفولاذ الخليط Alloy Steels

لازالت معظم العمليات المستعملة فى صناعة الفولاذ تتبع حتى الآن المبادىء الأساسية والعمليات التى سبق أن عرضنا إليها فى الفصل السابق ، أى تحويل خام الحديد إلى فلز على شكل كتل Pig iron ، ثم تعزيل أفران الصهر الممتلئة بهذا الحديد وحديد الفضلات وأخيرًا تكييف المركب الفلزى بحيث يتلاءم مع الغرض المطلوب له .

ويجرى تكييف المركب الفلزى أو الناتج النهائى بواسطة ضبط الحرارة التى يعرض إليها وبإضافة بعض الفلزات إلى المركب النهائى بكميات محددة بدقة وحسب الحاجة وذلك بغية الحصول على نوع الفولاذ المرغوب .

وتدعى الفلزات التى تضاف إلى الفولاذ باسم فلزات خلائط الحديد وأشهرها المنجنيز والموليبدين والنيكل والكروم والفناديوم والتنغستين والكوبالت الخ .. ويدعى الفولاذ الذى يضم ٦٥ و ١٪ على الأقل من المنغنيز أو أى فلز آخر غير حديدى باسم الفولاذ الخليط .

وتضاف المواد إلى الفولاذ عادة بشكلها النقى ، وبعد إضافتها نحصل على مركبات خاصة تدعى بخلائط الحديد كمثل الحديد المنغنيزى والحديد الكرومى وغيرها من الخلائط الأخرى .

### أهمية فلزات الخلائط :

بغض النظر عن أهمية المواد الأولية الضرورية لصناعتى الحديد والفولاذ ، كخامات الحديد والفحم والكوك ومواد الإذابة الأخرى (الحجر الكلسى عادة) وكذلك أدوات الإنتاج الأساسية التى تتمثل بالأفران العالية ومحولات الفولاذ وآلات التصفيح التى سبق أن عرضنا إليها ، لازلنا بحاجة إلى توضيح أسباب اختلاف نوعيات الفولاذ ، وكيفية الحصول

على الأنواع الملائمة لحاجات معينة . كالفولاذ الذى لا يصدأ والفولاذ السريع (١) وفولاذ الأدوات وفولاذ الحرارة العالية إلخ . ولتوضيح هذه الخصائص علينا أن نولى وجهنا شطر فلزات الخلائط التى يمكن استعمالها بنسب متفاوتة منفردة أو على شكل مركب لإنتاج أنواع عديدة من الفولاذ تفوق خيال المبتدىء .

أما التفاصيل فتكمن فى حقل فن الصناعة المعدنية هذا الفن المعقد والمدهش للغاية خاصة فيما يتعلق بالتقدم العلمى الذى تم خلال الربع الماضى من هذا القرن . ولكن بما أن هذه التفاصيل ليست من مجال اختصاصنا لذلك فلن نهتم بها وإنما سنقصر اهتمامنا على الآثار الكبيرة التى نجمت عن إمكانية استعمال الفولاذ الخليط فى كثير من نواحى الصناعة والاقتصاد . ودراسة الجغرافيا الاقتصادية لا يمكن أن تعتبر دراسة كاملة ودقيقة إذا لم تول الاهتمام اللازم لهذه الفلزات .

### ٢ ـ ٧ المنجنيز Manganese

يعتبر المنجنيز مادة أساسية لصناعة الفولاذ المكربن (المفحم) ، التى تستخدم كميات صغيرة منه لإزالة الأكاسيد التى تتشكل خلال عمليات إذابة الحديد ، والتى تسبق عملية صنع الفولاذ . كذلك تستعمل هذه المادة لإزالة المركبات الكبريتية .

وإذا استعمل المنجنيز بشكل خليطة فلزية أضفى خصائص عديدة مرغوب بها على الفولاذ . ويعرف الفولاذ الذى يحتوى على نسبة مرتفعة من هذا الفلز بالفولاذ المنجنيزى ، كما أن المنجنيز يفيد فى عدد من الأغراض الأخرى الخاصة كالصناعات الكيماوية ، علماً أن ٩٥٪ منه يستغل فى الصناعات التعدينية Metallurgical industries.

ويضاف المنجنيز عادة إلى الفولاذ على شكل منجنيز حديدى وهو عبارة عن خليطة من الحديد تضم حوالى ٨٠ ٪ من المنجنيز . وإن ٨٠ ـ ٩٠٪ من مجموع المنجنيز المستعمل فى تصنيع الفولاذ يضاف على هذا الشكل .

ولا تزال الخليطة المعروفة بخليطة سبيغليسن Spiegeleisen وهى خليطة حديدية منجنيزية تحتوى على ٢٠٪ من المنجنيز فى الأحوال العادية تستخدم حتى الآن .

---

(١) الفولاذ السريع High Speed Steel هو الفولاذ الذى يستخدم فى صناعة أدوات البرى والصقل والثقب دون أن يتلف .

ولفائدة الحديد المنجنيزى الكبيرة فى صنع الفولاذ يُفضل هذا النوع من الحديد على خليطة السبيغليسن من قبل الصناع رغم ان تكلفة الوحدة منها أكبر ، كذلك قد يستعمل بعض المنجنيز السيلسيسى والإلكتروليتى Electrolytic فى صناعة الفولاذ وهذا النوع الأخير من أنواع المنجنيز النقى .

والفولاذ المنجنيزى فولاذ صلب متين ومقاوم للتآكل والتفتت ، ولقد ثبت أن قضبان سكك الحديد المصنوعة من هذا النوع من الفولاذ أطول عمرًا ، إذ تعيش من خمس إلى ست مرات أكثر من التى تصنع من الفولاذ المكربن . ويفضل هذا النوع من الفولاذ أيضًا لصناعة الأدوات التى تتحمل الأعمال الثقيلة ، كتلك التى تستخدم فى عمليات التعدين وسحق الصخور وطحنها وأشغال الطرق وآلات جرف الوحول من قيعان الأنهار والخلجان ، كما يُستعمل فى صناعة أنواع معينة من الأدوات الفولاذية خاصة تلك التى تتعرض إلى احتكاك شديد أو إلى صدمات كبيرة Impacts ، وأيضًا فى الصناعات الكهربائية على نطاق واسع وذلك لأن وجود المنجنيز فى هذا الفولاذ والذى تتراوح نسبته بين ١١ و ١٤٪ يساعد على صنع فولاذ غير قابل للمغنطة رأسًا من هذا الفولاذ ، وبهذا تصبح الأدوات الكهربائية المصنوعة منه أقل ناقلية للحرارة والكهرباء من الفولاذ العادى .

وإن ما ذكرنا من فوائد الفولاذ المنجنيزى تجعل منه مادة لا يمكن الاستغناء عنها فى صناعة الفولاذ الحديثة خاصة وأنه لم يجر بعد الكشف عن أى بديل يعادله حتى الآن .

ويماثل المنجنيز الحديد فى تشكلاته ، وهو يترافق مع العديد من خامات الحديد وبكميات لا بأس بها . وخامات الحديد التى تضم فى العادة من ٥ ــ ١٠٪ من المنجنيز تعطى حديدًا منجنيزيًا ممتازًا لا يزال يجد حتى الآن بعض الراغبين فيه ، وتسمى هذه الخامات بخامات المنجنيز الحديدية Manganiferrous ، أما خامات الحديد المنجنيزية والمسماة بالفيروجينوس Ferruginous فهى خامات حديدية تتراوح نسبة المنجنيز فيها من ١٠ ــ ٣٥٪ .

وخامات المنجنيز لا تستغل عادة ولا تعتبر صالحة للتعدين إذا لم تضم ٣٥٪ أو أكثر منه ، ويفضل عادة الخامات التى تضم ٤٥٪ من فلز المنجنيز لتصنيع المنجنيز الحديدى .

**مصادر المنجنيز فى العالم :**

على الرغم من أنه قد ثبت وجود أكثر من ألفى مكمن من مكامن المنجنيز فى الولايات المتحدة الأمريكية إلا أن عدداً محدوداً منها ذو قيمة تجارية . وتوجد أهم المناجم فى ولاية مونتانا ونيومكسيكو وأريزونا ونيفادا . وتعتبر أريزونا ونيفادا اليوم أهم الولايات إنتاجاً لخامات المنجنيز القابلة للمعالجة . والحقيقة أن معظم خامات الولايات المتحدة هى من النوع الفقير . لذلك كان على هذه البلاد أن تستمر فى الاعتماد على المصادر الأجنبية لتموينها بمعظم حاجتها من هذه المادة التى تعتبر شيئاً أساسياً لصناعة الفولاذ . وتبلغ هذه المستوردات عشرات أضعاف الإنتاج المحلى .

ومن المعروف أن خامات المنجنيز الفقيرة هى أكثر شيوعاً وانتشاراً من الخامات الغنية فى العالم . كما أن التوضعات الحقيقية والغنية اللائمة لتصنيع الحديد المنجنيزى قليلة جداً .

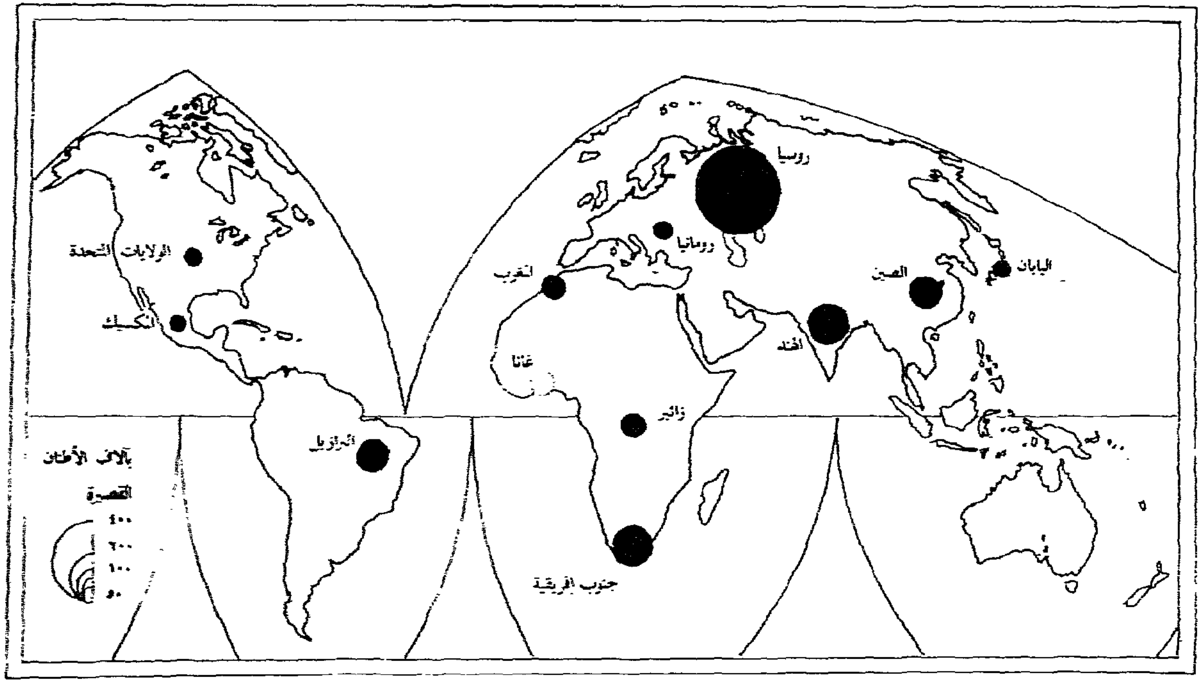
وتضم أرض الاتحاد السوفياتى معظم الاحتياطى المعروف فى العالم . ومازال هذا البلد أكبر منتج فى العالم . إذ يتجاوز إنتاجه اليوم (٢.٨٥) مليون طن أو نحو ٣٠٪ من إنتاج العالم البالغ نحو (٩.٥) مليون طن عام ١٩٧٨ .

وقد تم مؤخراً العثور على طبقة من خامات المنجنيز إلى الجنوب من جبال القوقاز بالقرب من مرفأ باطوم على البحر الأسود . وبمساحة تقدر بأكثر من ١٥٠ كم٢. وطبقة الخام الرئيسية هذه تتألف من رمال تتراوح سمكها من ٢ ـ ٣ أمتار وهى تضم المنجنيز على شكل كتل غير منتظمة الشكل وتحتاج هذه الخامات إلى غسل وتركيز . وتتراوح نسبة المنجنيز فيها من ٥٠ ـ ٥٣ ٪ بعد تركيزها .

وثمة توضعات هامة أخرى فى الاتحاد السوفيتى تقع بالقرب من نيكوبول فى أوكرانيا وهذا الموقع يجاور إقليم خامات حديد كريفويروغ إلى الشمال من البحر الأسود . وطبقات هذه التوضعات منتشرة وتدل التقارير على أن سمكها يتجاوز الـ (٢٠٠) سنتم .

ويضم الاتحاد السوفياتى عدداً آخراً من توضعات المنجنيز المعروفة مما يؤكد أن الاتحاد السوفياتى يتمتع باحتياطى هائل من هذه الخامات الغنية شكل (٤٢) .

أما فى أوروبا أى بالقرب من الاتحاد السوفياتى فقد تم العثور على عدد كبير من توضعات خام المنجنيز الصغيرة فى عدد من البلاد الأوروبية كما وجد مثيل لها فى الولايات المتحدة الأمريكية أيضاً . ومع ذلك فلم تثبت إمكانية الإنتاج على نطاق كبير على الرغم من




شكل (٤٢) إنتاج المنجنيز فى العالم

المساعدات المالية التى قدمتها العديد من الحكومات بما فيها الحكومة الأمريكية .

وتوجد بعض الخامات ذات الأهمية الاقتصادية فى آسيا وأهمها فى الهند ، وتنتشر الخامات الهندية من بارودا شمال بومباى على ساحل الهند الغربى عبر الهند الوسطى إلى كلكوتا أى بطول يزيد على ١١٠٠ كم .

وقد تم فى هذه المنطقة العثور على عدد من الكتل الخامية قابلة للاستغلال وخاصة بالقرب من ناغبور وبارودا .

وفى اليابان يجرى استغلال عدد من الكتل الخامية الجيدة ولكن لم يُكتشف فيها حتى الآن أى احتياطى كبير ، وكانت كل من جزيرتى هوكايدو وهنشو تستأثر بالجزء الأكبر من مجموع الإنتاج فيما مضى ، أما أهم مراكز الاستغلال المعروفة فتقع بالقرب من كيوتو Kyoto. ويوجد لدى الصين إنتاج لا بأس ، ولكن مواقعه وكميته غير محددة تمامًا .

وأهم مراكز استغلال المنجنيز فى القارة الإفريقية نجدها فى غانا وجنوبى إفريقيا إلى الشمال الغربى من بلدة كمبرلى . وتدل المعلومات على أن جنوب إفريقيا من أغنى دول العالم بخامات المنجنيز . وقد بلغ إنتاج جنوب إفريقيا نحو ١٢٪ من إنتاج العالم . وتستغل كذلك بعض التوضعات الإفريقية الأخرى الغنية التى يذهب معظمها إلى البلاد الأجنبية ، خاصة من الكونغو حيث يجرى الاستغلال فى منطقة النحاس فى كاتنغا وكذلك من المغرب العربى (تراوح إنتاج المغرب السنوى خلال الأعوام العشرة الماضية بين ٤٠٠ ـ ٦٠٠ ألف طن) .

وتعتبر البرازيل المركز الرئيسى لخامات المنجنيز فى النصف الغربى من الكرة الأرضية (عدا أمريكا الشمالية) ، وتُستغل الخامات بصورة خاصة من منطقة أمابا Amapa التى تقع إلى الشمال من مخرج نهر الأمازون إلى البحر ، وكذلك من توضعات أوروكم Urucum التى تقع فى غرب البرازيل بالقرب من الحدود البوليفية .

ولقد قدر احتياطى هذه البلاد من الخامات الغنية بأكثر من عشرة ملايين طن فى ولاية ميناس جيراس حيث يقوم مركز أويرو بريتو Ouro Preto بتقديم معظم الإنتاج . كما أن الأبحاث الجديدة قد دلت على وجود خامات جيدة من هذا المعدن فى ماتوكروسو Mato Grosso فى الغرب . وقد بلغ إنتاج البرازيل عام ١٩٧٨ حوالى (٢) مليون طن أو حوالى ٢١٪ من إنتاج العالم

وعلى الأطراف الشمالية الغربية للبرازيل أى فى غويانا البريطانية يجرى إنتاج بعض

الخامات كما يجرى إنتاج بعضها أيضًا فى منطقة كوكيمبو Coquimbo فى تشيلى .

والخلاصة : أن الاتحاد السوفياتى هو البلد الوحيد الشهير بصناعة الفولاذ الذى يمتلك كميات كافية من المنجنيز فى أراضيه يمكنها أن تلبى حاجات الصناعة المحلية إليه . أما الصين والهند واللتان تعتبران من البلاد المهمة فى الإنتاج نسبيًا فيمكنهما تأمين حاجتهما من هذه المادة . فى حين تضطر بقية البلاد المشهورة بصناعة الفولاذ إلى الاعتماد على الاستيراد ، كالولايات المتحدة وبريطانيا وألمانيا واليابان وفرنسا ، كما تعتبر البرازيل وجنوب إفريقيا من الدول الرئيسية المصدرة للمنجنيز .

ولقد كانت الولايات المتحدة مثلاً خلال فترة ما قبل الحرب الثانية تستورد حوالى ٧٥٠ ألف طن من المنجنيز سنويًا ولكن مستورداتها من هذا الخام تضاعفت خلال الحرب ، وكانت الهند وغانا من أهم البلاد المصدرة لها .

أما اليوم فتقوم الولايات المتحدة باستيراد الخامات الغنية ويبلغ استيرادها بين ٥ و ١ ـ ٤ و ٢ مليون طن قصير بالإضافة إلى مستورداتها البسيطة من الحديد المنجنيزى ذى الخامات الفقيرة . وتأتى هذه المستوردات من عدد كبير من البلاد ولكن مصادرها الرئيسية هى البرازيل والهند وغانا وجنوبى إفريقيا والمكسيك والكونغو والمغرب ، وهذا الأمر يوضح إلى حد بعيد لماذا تهتم الولايات المتحدة بما يجرى فى المناطق البعيدة عنها ، وذلك لأن هذه الولايات لا يمكن لها الاستغناء عن مصادر هذا الخام الحساس والخطر ، والذى لا يمكن لهذه البلاد أن تقوم بها صناعة فولاذ جيدة دونه .

## ٣ ـ ٧ الكروم Chromiom

للكروم خصائص عديدة تجعله مفيدًا جدًا فى أغراض عديدة وبصورة خاصة فى صناعة الخلائط . وهو فلز أزرق مائل إلى البياض شديد التألق وقاس جدًا .

ويشتق أغلب الكروم من خام يدعى الكروميت ( $FeO.Cr_2O_3$ ) : الذى يضم نظريًا ٦٨٪ من أكسيد الكروم ( $Cr_2O_3$ ).

وخام الكروميت ذو لون قاتم يتراوح بين الأسود والأحمر المصفر ، وهو غير قابل للانحلال . ويستعمل الإنتاج العالمى منه فى صناعة التعدين بالدرجة الأولى ولكن كميات لا بأس بها منه لاتزال تُستعمل لصنع الحراريات Refractory كما تستعمل كميات قليلة فى الصناعات الكيماوية .

ويستخدم الكروميت فى الحراريات من مثل القرميد الذى يستعمل فى بطانة أفران المواقد المفتوحة التى تستعمل لصهر الفولاذ ، لأنه مقاوم للإنصهار بدرجات الحرارة العالية (يتحمل ٢٠٠٠ درجة سنتغراد قبل أن ينصهر) . وهذا ولا شك أمر من الأهمية بمكان بالنسبة للصناعات التعدينية .

أما فى الصناعة فيعتبر الكروم مادة ضرورية جدًا لتصنيع الفولاذ الذى لا يصدأ والذى يضم ١٨٪ كروم و ٨٪ نيكل ، وكذلك لصناعة فولاذ الأدوات Tool Steel ولعدد آخر من خلائط الفولاذ وأنواع الفولاذ التى تتحمل درجات الحرارة العالية .

والكروم إذا استعمل مع الفولاذ يكسبه المتانة والقساوة والصلادة والمقاومة ضد التآكل ومقاومة كهربائية عالية . وتستعمل أنواع الفولاذ الصلد فى صناعة السيارات والطائرات والأدوات السريعة الحركة وأجزاء المحركات وفى عديد من التجهيزات الخفيفة والثقيلة ، كما أن من أهم استعمالاته استخدامه لطلاء المعادن الأخرى .

## إنتاج الكروم فى العالم :

### ( أ ) الولايات المتحدة :

لقد جرى استغلال أول منجم فى هذه البلاد وهو منجم ريدماين Red Mine فى مقاطعة ماريلاند عام ١٨٢٧ ، وظلت الولايات المتحدة أول دولة فى إنتاج هذا الخام حتى عام ١٨٦٠ عندما احتل منتجون آخرون مركز الصدارة .

أما اليوم فلم يعد إنتاج الولايات المتحدة من الكروميت يتجاوز الـ ٢٪ من مجموع الإنتاج العالمى .

وتوجد الصخور التى تحتوى على الكروميت فى البقاع الجبلية فى شمالى كارولينا وفى ماريلاند ومونتانا ويومينغ ولكن أوسع التوضعات إنتشارًا نلقاها على طول ساحل كاليفورنيا ومونتانا بالإضافة إلى توضعات أصغر توجد فى الأورنجون ووادى كاليفورنيا وولاية واشنطون .

وبما أن معظم توضعات الكروميت المعروفة تقع بعيدًا عن مراكز الإنتاج وبما أن معظمها فقير نسبيًا بفلز الكروم ومكلف الاستغلال لذلك كان الإنتاج المحلى ضئيلاً دوما عدا فترات الحروب بسبب شدة حاجة الصناعات الحربية إليه والتى تضطر العاملين فى مثل

تلك الظروف إلى استغلاله خاصة وأن الحرب تعوق استيراد ما اعتادت البلاد على استيراده منه .

وتشير السجلات إلى أن حوالى ٢٠٪ فقط من مجموع إنتاج الكروم الذى جرى بين عام ١٨٨٠ و ١٩٤٦ حدث خلال فترات السلم . فى حين أن ٨٠٪ من الإنتاج تم فى فترة الحربين العالميتين . وقد وصل إنتاج الولايات المتحدة خلال فترة الحرب العالمية الثانية إلى (٣٥٧) ألف طن قصير أسهمت فيه كل من كاليفورنيا ومونتانا بـ ٩٠٪ منه والأورجون بـ ٨٪ فى حين جرى إنتاج كميات بسيطة فى ألاسكا وواشنطون وإيداهو . أما اليوم فلا نجد الإنتاج إلا فى مونتانا وفى بقعة صغيرة تقع على مسافة قصيرة إلى الشمال الشرقى من حديقة يللوستون Yellowstone.

(ب) الاتحاد السوفياتى :

يتقدم الاتحاد السوفياتى جميع الدول سواء فى إنتاج الكروميت أو باحتياطيه منه . ولقد ثبت وجود احتياطى كبير من هذا الخام فى جبال الأورال بدءًا من منطقة بيرم (مولوتوف سابقًا) باتجاه الجنوب وقد قدرت بعض المصادر مجموع الاحتياطى السوفياتى من هذا الخام بحوالى (٧) ملايين طن مترى (شكل ٤٣) .

(جـ) روديسيا والبلاد الأخرى :

يوجد الكروميت فى زيمبابوى على شكل عروق وعدسات (Lenses) مختلطة مع الكريت دايك (السد الكبير) Great dike وهى عبارة عن مستطيل ضيق من الصخور الأساسية تمتد على أكثر من ٤٥٠ كيلو متر من الشمال إلى الجنوب وبالقرب من غربى سالزبورى .

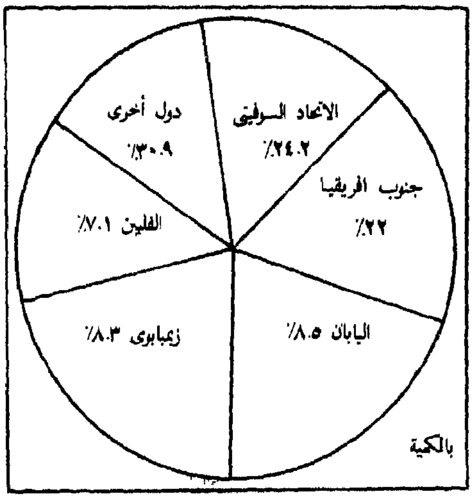
ويستعمل كروميت إفريقيا الجنوبية على نطاق واسع فى الصناعات الكيماوية . فى حين أن إنتاج الفلبين يصلح بالدرجة الأولى لصناعة الحراريات .

والخلاصـــة :

إن البلاد الصناعية الكبرى هى البلاد المستهلكة للكروم ، ويجب أن تحصل عليه لضرورته فى تصنيع الفولاذ ، ولهذا فإن الطلب على الكروميت يتناسب طردًا مع إنتاج

البلد من الفولاذ وأغلبية الدول تعتمد على المستورد منه . وبما أن الكروميت ضرورى لتصنيع الفولاذ فمن المنطقى أن يستتبع هذا الأمر قيام الشركات التى تهتم بصناعة الفولاذ فى البلاد المنتجة ، فى تثمير أموالها بكثرة فى شركات إنتاج الكروميت خارج أراضيها وفيما وراء البحار . وفى الواقع يجرى تثمير رؤوس الأموال الإنكليزية فى زيمبابوى (روديسيا الجنوبية) وجنوبى إفريقيا ، كما تثمر رؤوس الأموال الفرنسية فى كاليدونيا الجديدة ورؤوس الأموال الأمريكية فى الفلبين .

ولكن الولايات المتحدة لا تكتفى بمستورداتها من الفلبين إذ تقوم باستيراد معظم الكروميت المستعمل فى الإذابة والذى تحتاج إليه من روديسيا الجنوبية وتركيا ، أما الأنواع المستعملة فى الحراريات والكيمياء فتستورد من الفلبين ، ومن جنوب إفريقيا (انظر شكل ٤٣) .




شكل (٤٣) منتجو الكروميت الرئيسيون متوسط ١٩٧٤ ـ ١٩٧٧

## ٤ ـ ٧ النيكل Nickel

يستعمل حوالى ٤٠٪ من مجموع النيكل المستهلك فى الولايات المتحدة فى صناعة الفولاذ الذى لا يصدأ وفى صناعة بقية أنواع الفولاذ المطعم بالنيكل ، أما الباقى فيستعمل

غالبًا كخليط مع النحاس والألمنيوم والفلزات الأخرى وللطلاء الكهربائى .

والنيكل مادة ضرورية وهامة لصناعة الخلائط الممتازة التى تتحمل درجات الحرارة المرتفعة أثناء العمل كمحركات جت Jet التى تستخدم فى القاذفات السريعة .

وتستعمل خلائط النيكل مع الفولاذ لتفادى التآكل والتغيرات الكبيرة فى الحرارة والأعمال الثقيلة والسحج Abrasion.. ويكون الفولاذ القليل النيكل (الذى يضم من ٥ و٠ إلى ٧.٠ ٪ من النيكل) صلبًا ومتينًا وقابلاً للسحب Ductile. أما أنواع الفولاذ التى ترتفع فيها نسبة النيكل (أى التى تتراوح من ٧ ـ ٣٥٪ من النيكل) فتكون مقاومة للحرارة والتآكل .

ويستعمل النيكل أيضًا لطلاء الأدوات تفاديًا لتآكلها . ولهذا فهو يستخدم بكثرة فى تصنيع العبوات التى تستعمل لحفظ الأطعمة بسبب مقاومته الأحماض الضعيفة .

## أشكال وجود النيكل وتجارته :

تنتج الولايات المتحدة كميات بسيطة من النيكل الأوّلى Primary من توضعاته الموجودة فى ولاية الأورجون . بالإضافة إلى بعض الإنتاج الذى يأتى عن طريق تصفية النحاس والذى يعتبر إنتاجًا ثانويًا أو مشتقًا . كما تحصل هذه البلاد على كميات ضئيلة عن طريق استرجاعه من الفضلات ولهذا فهى تضطر إلى استيراد معظم ما تحتاجه منه .

وتوجد أعظم المناطق التى تضم هذا المعدن بالقرب من أرض الولايات المتحدة فى منطقة سودبورى Sudbury فى أونتاريو على بعد لا يتجاوز الـ ٣٥٠ كم شرقى سولت سانت مارى . وتمتد البقعة التى تحتوى هذا الخام على ٦٠ كم طولاً و ٣٠ كم عرضًا وفيها حوالى ٢٠ منجمًا عاملاً . وتضم نحو (٧.٥) مليون طن من المدخرات الثابتة من معدن النيكل الصافى .

وتدل التقارير على أن الاحتياطى الموجود فى هذه المنطقة يكفى لمواجهة حاجة العالم بأكمله لعدة عقود مقبلة . وبسبب عظم إنتاج هذه المنطقة تسيطر الصادرات الكندية على التجارة العالمية فى النيكل . ويبلغ الإنتاج الكندى الحالى نحو (٢٧٥) ألف طن .

ونجد خارج الأرض الكندية عددًا من توضعات خام النيكل الصغيرة . ولكن بشكل مبعثر جدًا ففى القرن التاسع عشر كانت جزيرة كاليدونيا الجديدة منطقة الإنتاج

الأولى ، ولكن كندا احتلت هذا المركز بعد ذلك بغير منازع . ومع هذا يبدو أن احتياطى كاليدونيا الجديدة من هذا الخام لا يزال ضخماً سهل التعدين ولكن نسبة الفلزات فى الخام ضعيفة . ومازالت هذه الجزيرة تحتل المرتبة الثانية فى الإنتاج الذى يبلغ حوالى (١٤٠) ألف طن سنوياً .

وتوجد أيضاً خامات مشابهة لخامات سودبورى بشكل متناثر وعلى شكل كتل صغيرة فى شمال فنلندا بالقرب من بشنكا Pechenga (سابقاً بتسامو) فى الاتحاد السوفياتى . وكان استغلال أكثر التوضعات الفنلندية فيما مضى بيد رؤوس الأموال الأمريكية أى فى فترة ما قبل الحرب الثانية ، حيث كان يجرى استغلال الخامات التى تضم ٣٪ من النيكل . ولكن هذا الإنتاج توقف مع الحرب العالمية الثانية . ولم تعد المناجم إلى الإنتاج إلا بعد عام ١٩٤٤ بعد أن منحت فنلندا هذه المنطقة للاتحاد السوفياتى . ويحتل الاتحاد السوفياتى اليوم المرتبة الثالثة فى العالم فى إنتاج النيكل الذى يبلغ نحو (١٢٠) ألف طن سنوياً .

كما يُستغل النيكل أيضاً فى شبه جزيرة كولا وفى جبال الأورال فى الاتحاد السوفياتى ولكن المعلومات عن الاحتياطى لا تزال ضئيلة .

أما من جهة الاستهلاك ، فإن الولايات المتحدة تستهلك عادة من ٣٠ ـ ٤٠٪ من إنتاج العالم من هذه المادة . ويجرى الحصول على حاجة مختلف الدول من النيكل عن طريق الصادرات الكندية التى تبلغ حوالى ٨٥٪ من الكميات الداخلة بهذه التجارة وكذلك من كاليدونيا الجديدة ١٠٪ ، أما بقية الكمية اللازمة فيجرى توفيرها بكميات ضئيلة من المصادر الأخرى .

والخلاصة :

يعتبر النيكل من أهم الفلزات المستخدمة للخلط مع المنتجات الحديدية وغير الحديدية . وهو مادة حيوية استراتيجية لا يمكن الاستغناء عنها لصناعة الأسلحة . أما فى الاتحاد السوفياتى فقد أجريت تحريات كافية عنه وأرضه تضم ما يغطى حاجته من موجودات النيكل المعروفة فيه .

وانه لمن المؤكد أن غربى أوروبا بما فيها بريطانيا ستضطر إلى زيادة اعتمادها على مستوردات النيكل كما تصنع الولايات المتحدة فى المستقبل القريب .

## ٥ - ٧ الموليبدين Molybdenum

كان الموليبدين فى السنوات التى سبقت الحرب العالمية الثانية يستعمل كخليطة فلزية فى حوالى ٣٠٪ من مجموع وزن الفولاذ الخليط المستخدم فى صناعة الآلات . ومن ثم تزايدت أهميته بصورة واضحة خلال فترة الحرب ، وما إن جاء عام ١٩٤٩ حتى كان الموليبدين يمثل حوالى ٨٠٪ من خلائط الفولاذ المستخدمة فى صناعة الآلات . وهذا التزايد نجم فى جزء منه عن ازدياد المتوفر منه ، إلا أن الزيادة تعود بالدرجة الأولى إلى استعمالاته الجديدة التى أدت إلى استخدامه على نطاق واسع .

والموليبدنيت ($MoS_2$) هو الخام الرئيسى الذى يحصل منه على الموليبدين ، ويعبر عن فلزات الموليبدين الموجودة فى الخام بالنسبة إلى المركز منه الذى يتراوح بين ٤٩.٤٨٪ ولو أن الأفضل أن تعطى الأرقام الدالة على الإنتاج بالكيلو جرامات بدل الأطنان . ومهما يكن من أمر فإن الأرقام التى تدل على كمية الإنتاج تُقلب عادة إلى أرقام تدل على ما يضمه الموليبدينت الخام أو المركز من فلز الموليبدين .

ويستعمل الموليبدين بكثرة فى الخلائط المعدة لتحمل درجات الحرارة العالية والتى تستخدم لصناعة أجزاء العنفات (التوربينات) الغازية ومحركات جت النفاثة وذلك لأنه يتحمل درجات من الحرارة تفوق ما يتحمله غيره من فلزات خلائط الحديد بالإضافة إلى أنه يُنتج بِنَى أكثر نعومة من غيره من الفلزات .

ولهذه الأسباب كلها يستعمل الموليبدين فى عدد كبير من خلائط الفولاذ وبصورة خاصة فى صناعة العتاد الحربى . وفى صناعة الفولاذ الذى يتميز بقوة شد عالية كالنوابض . كما أنه كالتنغستين مقاوم جيد للمط Elongation تحت الجهد Stress ، وهو يؤمن صلادة عميقة تسمح باستعماله فى صناعة الأدوات التى تتحمل درجات مرتفعة من الحرارة دون أن تصبح قابلة للكسر بعد تبردها ، ولهذا فقد يستعمل الموليبدين بديلاً عن الأدوات التى يدخل التنغستين فى تحضيرها جزئيًا أو كليًا .

ويضاف الموليبدين اليوم إلى الفولاذ الذى لا يصدأ لتحسين مقاومته لبعض أنواع التآكل الشديد ، كما أنه قد وجد أن مزج الموليبدين مع الكروم أو النيكل أو معهما معًا يؤدى إلى الحصول على خليطة ممتازة تستعمل فى تصنيع أجزاء معينة من السيارات كما هو الحال فى الصفائح التى تستخدم فى التصفيح Armor-Plate.. ويستهلك عادة ثلثا

المولبيدين الناتج فى البلاد الصناعية الكبرى تقريبًا فى تصنيع الفولاذ ، أما باقى الإنتاج فيُستعمل للمزج مع الحديد الصب Cast iron وفى عدد من الأغراض الأخرى . وقد بلغ الإنتاج العالمى من المولبيدين عام ١٩٧٧ (٩٥,٢) ألف طن .

وتعتبر الولايات المتحدة أول بلد منتج للموليبدين فى العالم فى ست من ولاياتها هى كولورادو وأوتاوه وأريزونا ونيومكسيكو ونيفادا وكاليفورنيا . وأكبر المناجم هو منجم كلياكس Climax الذى يقع فى ولاية كولورادو ، ويعتبر من أكبر المناجم المعروفة فى العالم . وتستحصل الولايات الأخرى التى لا مناجم فيها على المولبيدين من خامات النحاس التى يرافقها كمادة ثانوية .

وتظهر قيمة المولبيدين كمادة استراتيجية إذا استعرضنا أرقام الإنتاج فى الفترة التى سبقت الحرب الثانية وقارناها مع أرقام الحرب وما بعد الحرب . فقد كان الإنتاج أقل من عشرة آلاف طن قبل الحرب بينما ارتفع إلى أكثر من ٥٥ طن عام ١٩٤٢ ثم انخفض انخفاضًا كبيرًا حتى وصل ١٥ مليونًا تقريبًا عام ١٩٤٦ . ومع ازدياد الأزمات الدولية أخذ الإنتاج يرتفع منذ ذلك التاريخ حتى وصل حوالى ٦٧ طن تقريبًا فى عام ١٩٦٠ ، وارتفع إلى حوالى (٩٥.٢) ألف طن عام ١٩٧٧ .

ولقد أصبح المولبيدين كالكروم تقريبًا خليطة فلزية أساسية لصناعات الحديد والفولاذ وكانت تسيطر الولايات المتحدة على إنتاجه حتى كادت أن تكون المحتكرة الوحيدة له ولكنها لم تنتج عام ١٩٧٧ إلا (٥٥,٢) ألف طن أى ما يزيد عن نصف إنتاج العالم . وتنتج بعض الدول الأخرى المولبيدين كالاتحاد السوفياتى وتشيلى والصين واليابان وكندا والنرويج ولكنها جميعًا تتميز باعتدال إنتاجها . وإذا لم تجر اكتشافات أخرى لهذا المعدن فى القريب العاجل فستبقى الولايات المتحدة مسيطرة على إنتاج خاماته إلى أمد غير معروف .

| | | | |
|---|---|---|---|
| | كندا | ١٦,٤٣ | ألف طن . |
| أهم الدول الأخرى المنتجة | شيلى | ١٠,٩٤ | ألف طن . |
| | روسيا | ٩,٧ | ألف طن . |

## ٦ ـ ٧ التنجستين Tungsten

لقد أصبح التنجستين مادة لا غنى عنها فى صناعة التعدين الحديثة وبصورة خاصة فى

تصنيع الفولاذ الخليط . وأهميته ترجع إلى الخواص التى يدخلها على فولاذ الأدوات Tools steels كالصلابة Toughness والمتانة Strength والصلادة Hardness ومقاومة السحج Abrasion.. وهذه الخصائص تمنح الأدوات القاطعة التى تصنع منه قابلية الاحتفاظ بمتانتها وكفايتها فى درجات من الحرارة . والسرعة أثناء العمل تخرب بها أدوات الفولاذ العادية . وإن قابلية البقاء فى السرعات العالية خاصية هامة جدًا فى عصرنا الحالى ، هذا العصر الذى يتصف بأنه عصر الإنتاج الكتلى السريع .

ويستعمل كربيد التنجستين Carbide لطلى وجه الآلات القاطعة التى تصنع من الحديد العادى ، أما إذا صُنعت الأداة بمجموعها من كربيد التنجستين وهى مادة تأتى بعد الماس فى صلادتها فيمكن أن تبقى من ٢٥ إلى ٥٠ مرة أكثر من غيرها من الأدوات التى تُصنع من أجود أنواع الفولاذ الخاص بالمنتجات التى تتحمل السرعات العالية (High-speed) .

ويحتفظ الفولاذ الذى يضم نسبة مرتفعة من التنجستين (من ١٥ إلى ٢٠٪) ومن الكروم أو الموليبدين (من ٤ إلى ٥٪) بشكله وبحدة شفرته حتى فى حالة الحرارة الحمراء . وهذه الخاصية تمكن من إدارة آلات القطع المعدنية بسرعات لا يمكن تحقيقها فى غيرها . والرغبة فى إيجاد مثل هذه السرعات هو الذى دفع إلى الحصول على ما يدعى بفولاذ السرعات العالية High speed steels.

والتنجستين مرغوب بكثرة لصناعة الصمامات وقواعدها (Valve-sets) التى تستعمل فى محركات الاحتراق الداخلى حيث تكون درجات الحرارة المرتفعة هى السائدة دومًا ، كما يستخدم فى صناعة أدوات القطع على البارد Chiesls وفى مناشير الفرض Hack-saws والمبارد Files وشفرات الحلاقة والنوابض Springs وصفائح التسليح . وفى صناعة دروع أدوات الثقب Armor-piercing shells..

إن أكثر استعمالات التنجستين شيوعًا وأكثرها أهمية استعماله كأسلاك متوهجة Filaments فى صناعة المصابيح الكهربائية على الرغم من أن الكميات التى تستهلك منه فى هذا الغرض محدودة نسبيًا .

ويتصنف التنجستين بمقاومته الشديدة للكهرباء العالية وكذلك بارتفاع درجة ذوبانه

ولهذا يعتبر من أجود المواد المستعملة فى تحويل الكهرباء إلى ضوء . وحتى اليوم لم يعثر على بديل ملائم للتنجستين فى هذا المجال .

## مصـادر خـام التنجسـتين [١]

لقد تضاعف مجموع إنتاج التنجستين فى العالم بين عامى ١٩٦٠ ، ١٩٧٧ من ٢٥ ألف إلى ٥٠ ألف طن قصير . وقد احتلت الصين منذ أمد طويل مركز الصدارة فى الإنتاج يليها فى ذلك الاتحاد السوفيتى ثم الولايات المتحدة بالإضافة إلى عدد من الدول ذات الإنتاج الضئيل والتى تتوزع بشكل متباعد على عدد من القارات (شكل ٤٤) .

ولقد وصل إنتاج الولايات المتحدة الكلى من هذا الخام قمته خلال الحرب العالمية الثانية أى فى عام ١٩٤٣ ، ثم انخفض كثيرًا حتى وصل إلى ٥٠٪ عام ١٩٤٦ مما كان عليه فى فترة الارتفاع . أما إنتاج هذه البلاد حاليًا فيتأرجح صعودًا وهبوطًا بين ٤٠٠٠ ـ ٦٠٠٠ طن قصير مما يجبرها على استيراد كميات لا بأس بها منه من البرازيل وبوليفيا والبرتغال وكوريا الجنوبية واستراليا .

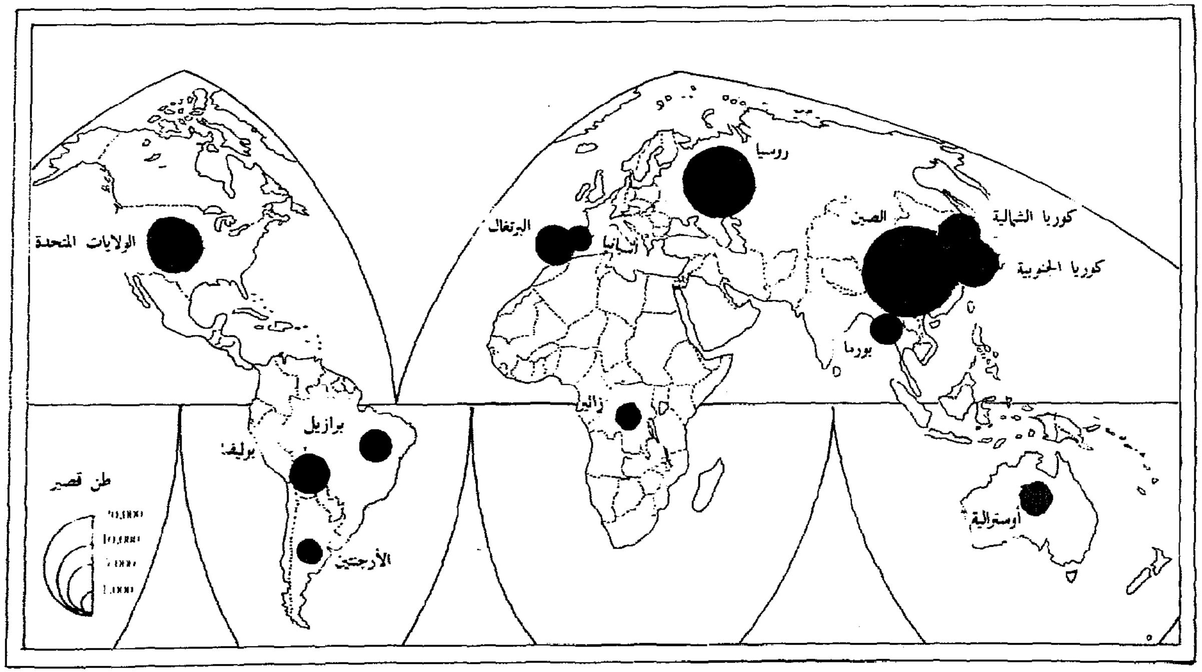
ولم تدخل البرازيل حقل إنتاج التنجستين إلا منذ فترة وجيزة من الزمن ، فقد بدأت إنتاجها مع عام ١٩٤٠ ، ولكن الإنتاج ازداد تلبية لحاجة الولايات المتحدة إلى هذا الخام فى فترة الحرب ، ثم عاد فانخفض بعد ذلك ، ولكن البرازيل لا تزال تحتفظ بمركز هام كمصدر للتنجستين الذى يُصدر بمجموعه خاصة إلى الولايات المتحدة .

أما بوليفيا فتعرف بإنتاج التنجستين منذ أمد بعيد ، ويأتى معظم إنتاجها من التوضعات الموجودة فى مقاطعة لاباز ، فى حين تعتبر الأرجنتين وبيرو من البلاد الثانوية فى الإنتاج ، ومع ذلك فقد كانت بلاد أمريكا الجنوبية وستبقى مصدرًا هامًا للتنجستين الذى تحتاج إليه الولايات المتحدة .

وفى أوروبا احتلت البرتغال منذ امد مركزًا هامًا بكمية إنتاجها من خامات التنجستين .

---

(١) من المعروف أن الولفراميت / 'Wolframite' / هو مصدر التنغستين . والأرقام الاحصائية تعطى عادة بنسبة المركز منه والذى يبلغ ٦٠٪ من ($WO_3$)




شكل (٤٤) منتجو التنغستين الرئيسيون على أساس ٦٠٪ من الولفراميت

ولقد ساعدها موقعها الاستراتيجى الهام على توفير حاجات دول أوروبا الوسطى وكذلك الحلفاء الغربيين خلال الحرب الثانية من هذا الخام . ولهذه الأسباب ارتفعت أسعار خام التنجستين وازداد إنتاج البرتغال أكثر من عشرين ضعفاً فى تلك الفترة حيث بلغ الإنتاج قمته فى عام ١٩٤٣ . ثم أصيب الإنتاج بتقلص واضح بعد ذلك التاريخ إلا أنه عاد مرة أخرى ولكن على مقياس أكثر ضآلة .

لقد كانت الصين دوماً فى طليعة الدول المنتجة لا فى آسيا فحسب ولكن فى العالم أجمع إلا أن الأرقام حول إنتاجها وإنتاج الاتحاد السوفياتى غير معروفة تماماً ، كما أن شبه الجزيرة الكورية كانت من البلاد المصدرة دوماً لهذا الخام . وعلى الرغم من أن الأرقام عن الإنتاج الصينى غير معروفة تماماً إلا أن ما لا شك فيه أن الصين ذات احتياطى عظيم من التنجستين .

وتنتج أستراليا كميات بسيطة من الخام منذ سنوات عديدة ولكن إنتاجها لم ينخفض كما حدث فى بقية البلاد المنتجة فى فترة ما بعد الحرب .

**الفنـاديـوم** Vanadium :

يعتبر الفناديوم من أحدث فلزات الخلائط استعمالاً فى صناعة الفولاذ بعد أن توفر بكميات صناعية ، وعلى الرغم من أن هذا العنصر كثير الانتشار على سطح الأرض إلا أن خاماته المعروفة فقيرة على العموم ، كما أن استخلاصه صعب بسبب صعوبات تعدينه . ولهذه الأسباب ظل الفناديوم مادة ذات أسعار مرتفعة نسبياً ومع ذلك فقد ازداد الطلب عليه فى الأعوام الماضية نظراً لفوائده الجمة .

وأهم استعمالات الفناديوم تظهر فى صناعة الفولاذ والحديد الخليط . وهو يستخدم كخليط وكمنظف إذ أنه يزيل الأكاسيد والشوائب الأخرى وفى نفس الوقت يزيد من متانة الفولاذ ويمنحه بنية ناعمة جداً عن طريق تنعيم الذرات Grain-Refinement وخليطة الفناديوم مع الفولاذ تعتبر من أحسن الخلائط لصناعة الفولاذ الذى يتحمل السرعات المرتفعة .

ولقد صُنف الفناديوم فلزاً حرجاً من قبل مجلس الجيش والأسطول الأمريكى خلال الحرب العالمية الثانية . وهذه التسمية تفترض بالطبع أهمية تعادل أهمية الفلزات التى صُنفت كفلزات استراتيجية . وأهمية الفناديوم تتضح بصورة خاصة فيما لو نظرنا إلى نسبة ما يستعمل

منه فى الأغراض المختلفة ، ففى أوائل عام ١٩٧٠ كان حوالى ٥٪ من الفناديوم يستخدم فى تصنيع فولاذ السرعات العالية ، و٥٥٪ فى خلائط الفولاذ الأخرى وحوالى ٣٪ فى الخلائط غير الحديدية أما الباقى من الإنتاج فقد كان يستعمل فى الأغراض الكيماوية والمنتجات التعدينية الأخرى .

وتحتل الولايات المتحدة المرتبة الأولى فى إنتاج الفناديوم فى العالم منذ عام ١٩٤١ . وكما جرى بالنسبة لبقية فلزات الخلائط خلق الطلب أثناء الحرب زيادة مؤقتة ولكن عاجلة على إنتاج الفناديوم الذى أدخل توسعًا سريعًا على الإنتاج الأمريكى .

ولقد بلغ إنتاج الفناديوم(١) الأمريكى عام ١٩٣٧ أقل من ٤٥٠ ألف كيلو جرام . فى حين أنه تجاوز ٥ مليون كج فى عام ١٩٤٣ . ثم انخفض الإنتاج بعد الحرب بشكل مفاجىء ماثل ارتفاعه أثناء الحرب ، إذ هبط هذا الإنتاج إلى ١,١ مليون كج عام ١٩٤٦ . ثم أخذ يزداد تدريجيًا بعد ذلك حتى تراوح بين ٤,٨ ــ ٥,٩ مليون كيلو جرام سنويًا فى الأعوام الماضية . محتلة بذلك المرتبة الثالثة بعد جنوب إفريقيا والاتحاد السوفيتى .

وتتركز مناجم خامات الفناديوم المنتجة فى الولايات المتحدة فى منطقة الهضاب فى كولورادو الغربية والمناطق المجاورة لها فى كل من أوتاوه ونيومكسيكو وأريزونا حيث يستحصل عليه كناتج ثانوى من خامات اليورانيوم .

أما الإنتاج العالمى لهذه المادة الهامة فتتركز فى ثلاث دول فى العالم . جنوب إفريقية (١١٢٠٠) طن والاتحاد السوفيتى (٩٠٠٠) طن والولايات المتحدة (٥٩٠٠) طن . أما الدول الأخرى المنتجة لهذا المعدن فهى شيلى (٨٦٠) طن ، وفنلنده (١.٩٦٤) طن . ونامیبیا (٧٥٠) طن ، والنرويج (٥٥٠) طن .

(١) هذا الرقم يدل على نسبة الولفرميت فى خامات الفناديوم العادية والمركزة .

# الفصـــل الثـــالث

# الفلزات غير الحديدية

# مقـــدمـــة

لقد سبق استعمال الفلزات غير الحديدية تاريخيًا استعمال الفلزات الحديدية . وعلى الرغم من أهمية الفلزات الحديدية للعالم الصناعى الحديث . إلا أن للفلزات غير الحديدية أيضا أهمية لا يمكن إغفالها . ويؤكد على أهمية الفلزات غير الحديدية وسبقها فى الاستعمال منذ القدم أسم العصر البرونزى الذى أُطلق على فترة معينة من تاريخ البشر . كما جرى استخدام الذهب والفضة كوسائط للتبادل فى تلك الفترة أيضا .

ولقد جاء استعمال الحديد على مسرح الصناعة متأخرًا . وقد سبقه فى ذلك النحاس والقصدير . ومع أننا نعيش فى عصر الفولاذ اليوم يجب علينا ألا ننسى أن الصناعة أضحت شديدة التعقيد بشكل لا تستغنى معه تقريبا عن معظم الفلزات المعروفة التى تستخدمها فى شتى المركبات . وهذا الاستعمال مكّن من وجود منتجات كثيرة التنوع . كان وجودها ولا زال ضروريًا للوصول إلى مستوى الحياة الذى نجده بين البشر اليوم .

الا أن لبعض الفلزات غير الحديدية أهمية فى ذاتها بغض النظر عن استعمالها فى صناعة الخلائط . وأهمها النحاس والألمنيوم والرصاص والزنك والقصدير . والمغنسيوم الذى يستخدم بصورة خاصة لصناعة بعض خلائط الألمنيوم .

ومن هذه الفلزات نجد أن الألمنيوم والمغنسيوم أكثرها انتشارًا . وأن الاحتياطى الكبير الكامن منها يطمئن بأن النقص لن يتهددها فى المستقبل القريب . فى حين أن هذا الأمر لا ينطبق على بقية الفلزات الأخرى التى ذكرناها . فالطلب الكبير على النحاس والرصاص والزنك والقصدير ومحدودية الاحتياطى المعروف من خاماتها يشير بوضوح إلى أن العجز فى تأمين حاجة الصناعة منها هو أمر متوقع بل أكيد فى

بعض البقاع مما يفترض ضرورة المحافظة على الموجود منها أطول مدة ممكنة من الزمن وذلك بالاعتماد على تجميع فضلاتها وإعادة استعمال هذه الفضلات كمصدر ثانوى يمكن استخدامه فى أغراض الصناعة العديدة .

ويظهر هذا الاتجاه بشكل واضح مثلاً من خلال الأرقام المعطاة عن إنتاج الولايات المتحدة من النحاس فى الفترة الواقعة بين عام ١٩٥٦ ــ ١٩٦٠ ، فقد قدر متوسط الإنتاج السنوى من هذه المادة بأكثر من مليون طن قصير من النحاس الأولى المسترجع من الخامات المحلية فى حين بلغت الكميات التى أمكن الحصول عليها بواسطة الفضلات بـ ٨٧٥ ألف طن وسطيًا فى العام . وهذا الميل إلى استعمال الفضلات أصبح أمرًا عاديًا فى العديد من بلدان العالم الصناعى ومن المتوقع أن تزداد نسبة ما يستعمل منها بعد أن عرفت أهميتها وجدواها .

## ١ ــ ٨ النحاس

قد يعود قدم استعمال النحاس إلى وجوده حرًا فى الطبيعة فى عدد من بلدان العالم بشكل سمح باستعماله بصورة مباشرة دون الحاجة إلى معالجته ، بل أكثر من ذلك فقد تكون سهولة طرقه وتشكيله بالأشكال المرغوب بها الأسباب المباشرة لقدم استعماله ، على الرغم من أن استعمالاته كانت محدودة جدًا بسبب ليونته Softness. إلا أن الإنسان ما لبث أن عرف أن إذابة النحاس مع القصدير تعطى خليطة أصلد بكثير من هذين الفلزين وهما منفردين تفوق الأحجار التى كان يستعملها كأدوات وأسلحة .

وعندما تمكن الإنسان من الحصول على هذا الخليط (البرونز) ، إنتقل من العصر الحجرى الحديث (نيوليتيك) إلى ما يسمى بعصر البرونز ، ثم استخدم الإنسان هذه الخليطة فيما بعد لصناعة النقود بسبب مقاومتها وإمكانية ختم الرموز عليها .

ولم يزد الطلب عمليًا وبشكل كبير على النحاس رغم قدم استعماله إلا بعد أن تم اختراع الكهرباء وصناعة الأدوات الكهربائية كالآلات المولدة والناقلة للكهرباء ، التى لا غنى لها عنه بسبب خصائصه العديدة خاصة قابليته لنقل الطاقة الكهربائية وقابليته للسحب Ductility والطرق Meleability.

إن قابلية النحاس للسحب مكنت من الحصول على أسلاك رفيعة جدًا منه تعتبر شيئًا

أساسيًا فى صناعة التجهيزات الكهربائية المختلفة . فى حين أن قابليته للطرق سمحت باستخدامه فى صناعة الآنية والصفائح .

## خامات النحاس :

توجد معادن النحاس الطبيعى ومركباته الكيماوية المعقدة فى جميع التشكلات الصخرية تقريبًا . وتكون معادن النحاس بصورة عامة أكثر تعقيدًا فى تركيبها من معادن الحديد . وبما أن معظمها يكون على شكل عروق تملأ الشقوق الصخرية أو تنتشر فى الكتل الصخرية نفسها لذلك كانت الخامات التى تعدّن منها تحتوى على نسبة صغيرة من المعدن وعلى نسبة كبيرة من المواد الصخرية المعروفة والمادة المعدنية التى تضم الخامات Gangue.

ونظرًا لضآلة نسبة فلز النحاس فى الخامات المعدنة والقابل للاسترجاع (وسطيًا من ١ إلى ٣) ، تعتبر الخامات التى تحتوى على ٦٪ أو أكثر خامات غنية ، ووجود مثل هذه الخامات يعتبر أمرًا استثنائيًا ونادرًا .

وقد تستغل بعض المناجم التى تضم فلزات النحاس على الرغم من انخفاض نسبة فلزاتها والتى قد تصل إلى ٠,٧٪ كما هو الحال فى الولايات المتحدة ، بسبب سعة انتشارها وسهولة تعدينها بطريقة المناجم المكشوفة والحاجة الماسة إليها (شكل ٤٥) .

ولا يوجد النحاس صافيًا تقريبًا فى الطبيعة إلا فى بعض المناطق كبوليفيا ، فى حين أنه يوجد غالبًا على شكل أكاسيد أو فحمات أو كبريتات كأوكسيد النحاس CuO وفحماته Co ;Cu وكبريت النحاس SCu.

## أسباب إقامة أفران إذابة النحاس ومصافيه فى مواقع معينة :

علمنا مما تقدم أن نسبة الفلزات فى خامات النحاس منخفضة جدًا ، لذلك كان من الواجب تعدين آلاف مؤلفة من أطنان الخام للحصول على كميات بسيطة من الفلز ، ولهذا كان أشبه بالمستحيل من الناحية الإقتصادية نقل هذه الكميات الهائلة من أماكن التعدين إلى مواقع أخرى بقصد معالجتها لعدم إمكانية تحميلها نفقات النقل البعيد .

ورغبة فى تلافى مثل هذه النفقات كان لا بد من إقامة أفران الإذابة بالقرب من المناجم ، هذه الإذابة التى لا يمكن إجراؤها إلا بعد تركيز الخامات المعدنة أى زيادة نسبة



شكل (٤٥) منجم مكشوف لاستغلال النحاس فى أريزونا ـ الولايات المتحدة
لاحظ صغر حجم الأبنية بالمقارنة مع مساحة المنجم

الفلزات فيها باتباع بعض الطرق الميكانيكية التى تقلل من نسبة المادة المعدنة المدعوة بالغانغ (gangue) .

وفى فرن الإذابة يجرى اختزال الخامات إلى نحاس خام (Blister) يضم ٩٨٪ أو أكثر من النحاس الفلزى ولكن النحاس الناتج عن هذه العملية يظل مشوبا ببعض الشوائب .

لذلك كان ضروريًا تقليل أو حذف الشوائب منه خاصة إذا كان المطلوب استعماله فى بعض الصناعات كالصناعة الكهربائية التى تتطلب فلزًا نقيًا ١٠٠٪ . وعلى هذا تقلل نسبة شوائب النحاس الخام بواسطة عملية تصفية تجرى فى مصافى خاصة بطريقة التحليل الكهربائى Electrolyte بحيث يتخلف عنها نحاس تام النقاء تقريبًا .

ولإجراء هذه العمليات نحتاج إلى تجهيزات مرتفعة الثمن وإلى قدرة كهربائية رخيصة لذلك كان من الواجب أن يكون المصنع واسعًا سعة كافية لمعالجة النحاس الخام الذى يجلب إليه من أفران عديدة للإذابة لكى يكون مصنعًا اقتصاديًا بصورة عملية . وتقوم المصافى

غالبًا على سواحل البحار كما هو الحال فى الولايات المتحدة إذ نجد ست من المصافى الكهربائية على ساحل الأطلسى بالقرب من مراكز الاستهلاك حيث يصلها النحاس المركز من أفران الإذابة الأمريكية بالإضافة إلى ما تتلقاه من نحاس بأشكال مختلفة من المصادر الأجنبية وبصورة خاصة من تشيلى والمكسيك والبيرو وإفريقيا وكندا . كما توجد مصافى أخرى داخل البلاد غرضها تلبية الحاجات المحلية ومعالجة الخامات المعدنة محليًا بالإضافة إلى ثلاثة مصانع غير كهربائية تقوم على أطراف البحيرة الكبرى .

ويما أن النحاس فلز ثمين لذلك كان استرجاعه من فضلاته وفضلات خلائطه أمرًا مهمًا وضروريًا حتى أن إنتاج ما يسمى بالنحاس الثانوى الناشىء عن الفضلات قد يفوق مثلا فى بعض السنين فى الولايات المتحدة الأمريكية إنتاج المناجم المحلية لذلك فإن نقص الطلب على النحاس يؤثر تأثيرًا كبيرًا فى مثل هذه الحال على إنتاج المناجم بصورة غير مرضية ويعرض العاملين فيها إلى البطالة .

وقد يختلف إنتاج المناجم وأفران الإذابة وإنتاج النحاس المصَفَّى اختلافًا بينًا من بلد لآخر . وبسبب استيراد كميات من النحاس المركَّز فقد يكون مجموع إنتاج أفران الإذابة على العموم أكبر من الكميات المعدَّنة من المناجم المحلية . كما أن استيراد النحاس الخام وأنواع النحاس المماثلة يجعل إنتاج المصافى عادة أكبر من إنتاج أفران الإذابة .

وألمانيا مثل آخر على ما نقول فإنتاج مناجمها لا يتعدى جزءاً ضئيلا من النحاس الذى تنتجه أفران الإذابة فيها . كذلك يتجاوز إنتاج أفران الإذابة اليابانية عادة إنتاج مناجمها ولو إلى حد أقل من ألمانيا . ومن ناحية أخرى نجد أن بعض البلاد تمتاز بإنتاج مناجمها مع عدم وجود أى أفران للإذابة فيها كقبرص والفلبين وجنوب غرب إفريقيا .

ومما تقدم تتضح لنا أسباب حركة النقل الهامة فى النحاس المركَّز والنحاس الخام Blister هذا على الرغم من أن الوضع يختلف من بلد إلى آخر فقد نجد عددًا من البلدان تمتلك أفران الإذابة والمصافى اللازمة معًا فى أراضيها . ومع هذا لا تزال البلاد الإنكلو أمريكية المركز الرئيسى لإنتاج النحاس فى العالم .

## توزع تعدين خامات النحاس فى العالم :

### ( أ ) الولايات المتحدة وكندا

يأتى حوالى ٩٠٪ من النحاس المعدن فى الولايات المتحدة من أريزونا وأوتاوه ومونتانا ونيفادا ونيومكسيكو (شكل ٤٦) بالإضافة إلى كميات ضئيلة تعدّن فى ميتشيغان وتنسى. ويشكّل النحاس فى بعض المناطق إنتاجًا ثانويًا لبعض الخامات التى تعدَّن بسبب ما تضمه من فلزات أخرى. وفى الولايات المتحدة يقوم خمس وعشرون منجمًا بإنتاج خامات النحاس فى المناطق التى سبق أن ذكرناها. ولكن احتياطى هذه المناجم قد استُنزف استنزافًا كبيرًا خاصة فى فترة الحرب العالمية الثانية حيث بلغ متوسط إنتاج أفران الإذابة من الخامات المحلية حوالى (مليون طن) فى العام الواحد. ثم وصل الإنتاج إلى هذا المستوى مرة أخرى فى عامى ١٩٥٦ ـ ١٩٥٧ و١٩٦٠. إن تزايد السكان وزيادة استخدام النحاس فى الصناعة سيؤدى بالضرورة إلى زيادة الطلب عليه فى الولايات المتحدة فى المستقبل.

وتعتبر أريزونا أهم مراكز إنتاج النحاس الأمريكى إذ يتراوح إنتاجها السنوى بين ٤٠٠ ـ ٥٠٠ ألف طن من الخامات القابلة للإسترجاع وفى هذه المنطقة وبالقرب من الحدود المكسيكية تتفاوت التوضعات بين توضعات واسعة فقيرة بالفلزات إلى توضعات غنية بها ولكن ضمن حدود ضئيلة جدًا. ومما لا شك فيه أن أريزونا ستبقى محتلة لمركزها الهام سنوات عديدة مقبلة بسبب احتياطيها الضخم نسبيًا.

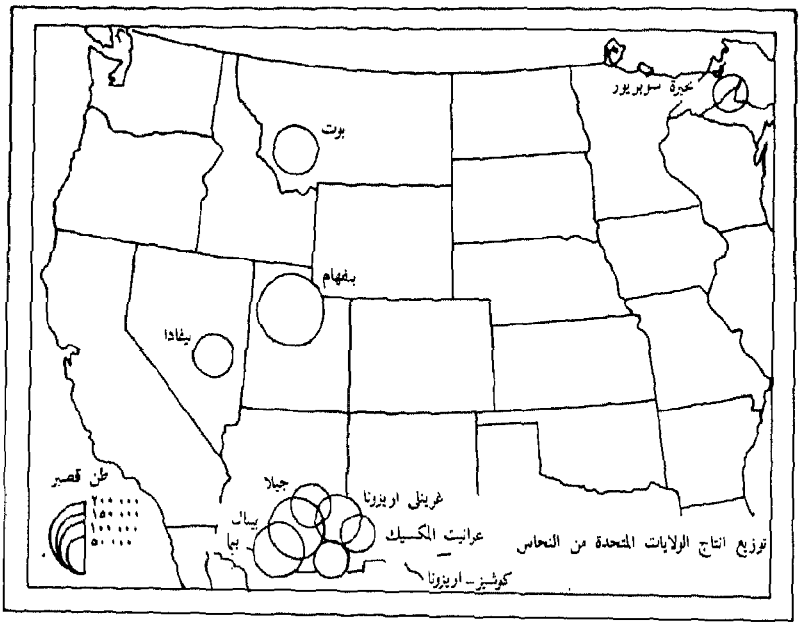
ويحتل مركز بنغهام كانيون فى ولاية أوتاوه جنوب مدينة سولت ليك مركزًا ممتازًا بين المناطق المنتجة فى الولايات المتحدة على الرغم من ضآلة نسبة الفلزات فى خاماته (٠٫٧٪) ولكن سعة هذا المركز تساعد على قيام عمليات التعدين فيه على نطاق واسع. وقد وصل إنتاج هذا المركز إلى القمة فى فترة الحرب ولكنه ما لبث أن انخفض بعدها.

أما فى متيشيغان فقد قام الهنود الحمر منذ القديم بالإستفادة من النحاس الطبيعى الذى عثروا عليه بين اللحقيات الجليدية وفى أنهار الحصى فى شبه الجزيرة العليا. وبعد وصول الإنسان الأبيض أصبحت منطقة المرتفعات مركزًا من أهم مراكز إنتاج النحاس فى العالم.

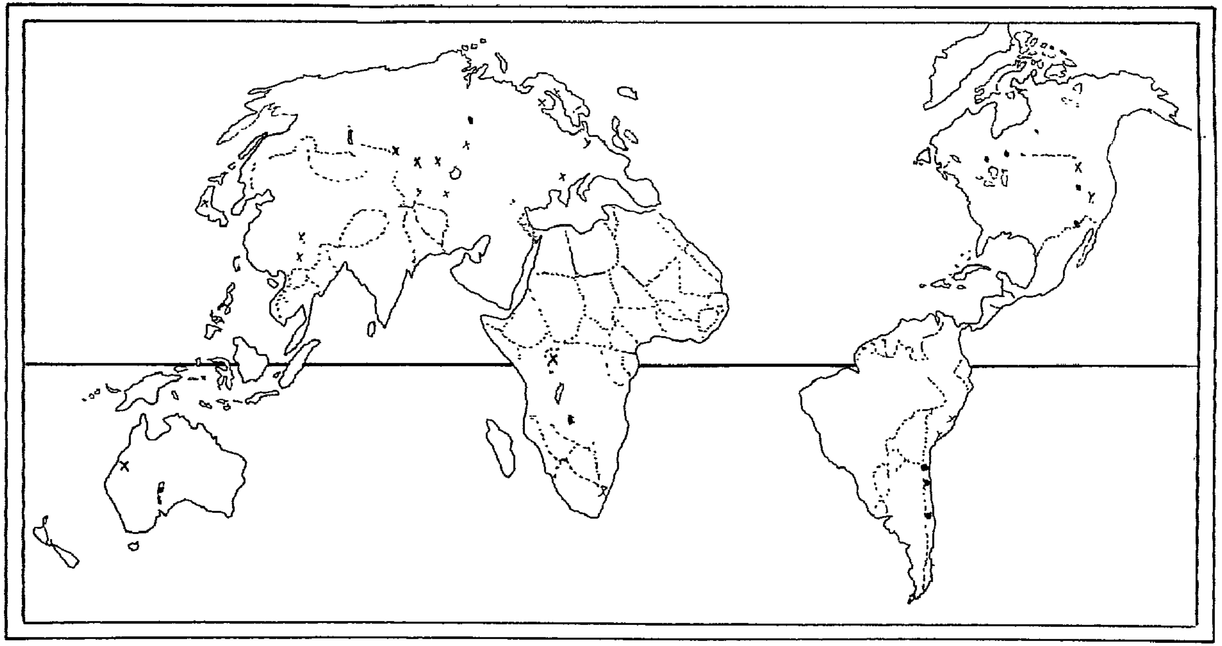
وعلى الرغم من استنزاف الكثير من مناجم النحاس الأمريكية لا تزال مواردها المعروفة حتى الآن كبيرة، ولقد كان ترتيب هذه البلاد الأولى من حيث الإنتاج عام (١٩٦٠)

ويليها الاتحاد السوفياتى ثم اليابان وزامبيا وشيلى وبلجيكا وألمانيا الغربية وكندا فى الأهمية .

أما كندا فتتصف بسعة انتشار توضعات خامات النحاس فيها . إذ تمتد هذه الخامات من نيوفاوندلند ونوفاسكوتيا إلى كولومبيا البريطانية والمقاطعات الشمالية الغربية . ومع ذلك فلم يزد إنتاجها السنوى حتى عام ١٩٢٦ ـ وعلى أساس ما تضمه الخامات المعدنة من فلز ـ على ٦٠ ألف طن قصير . ولكن الإنتاج ما لبث أن إزداد بسرعة حتى تضاعف بل زاد عن الضعف عام ١٩٣٠ . أما اليوم فيزيد على نصف مليون طن . وتقدم مناجم النحاس والنيكل الموجودة فى حوض سود بورى فى أونتاريو عادة حوالى ٥٠٪ من مجموع الإنتاج لكندى (شكل ٤٦) .




شكل (٤٦) إنتاج النحاس حسب الأماكن فى الولايات المتحدة



شكل (٤٧)
المناطق الرئيسية لانتاج خام النحاس

وتأتى منطقة شمال غربى كويبك الثانية من حيث الإنتاج . وتضم مناجم فلين فلون Flin Flon التى تقع على الحدود الكندية الأمريكية شمال النهر . المركز الثالث فى الأهمية . أما كولومبيا فتبشر سعة أراضيها باحتمال العثور على احتياطى كبير من خامات النحاس إذا ما جرت الاكتشافات فيها .

إن ازدياد الطلب العالمى على خامات النحاس الذى لم يتوقف بعد . سيتطلب بلا شك زيادة إنتاج النحاس الكندى وكذلك البحث عن كتل جديدة من خام النحاس الذى سيكون لكندا فيه مركز مرموق .

**(ب) أمريكا اللاتينية**

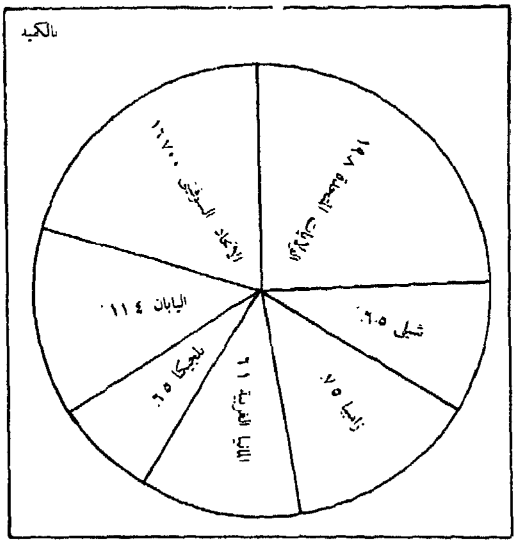
**المكسيك** : يبلغ متوسط الإنتاج السنوى من خام النحاس الذى يمكن استرجاعه فى المكسيك بين ٦٠ ـ ٧٠ ألف طن . وأهم مناطق الإنتاج تقع فى مناطق التعدين التى تتمركز فى شمال غرب المكسيك حيث تكون الشروط البنائية العامة والأشكال التى يوجد عليها النحاس شبيهة بتلك التى نلقاها فى جنوب ولاية اريزونا .

وتمتلك شركات احتكارية ذات رأسمال أمريكى معظم المناجم المكسيكية لا مناجم النحاس فحسب بل غيرها أيضًا . ومن هذا يتبين لنا عظم المصالح الأمريكية فى بلاد أمريكا اللاتينية . وتقوم هذه الشركات بتحديد إنتاج المناجم من الخام بالقدر الذى يجعله مناسبًا لمصالحها . والذى يتراوح بين ١ و٥.١٪ من مجموع الإنتاج العالمى .

**بيرو وتشيلى** : تشتهر مناجم سيرو دى باسكو Ceroo de Pasco التى تقع إلى شمال العاصمة ليما بإنتاجها من النحاس . الذى يقرب سنويًا من ٥٠ ألف طن قصير . وإن افتتاح منجم وفرن للإذابة جديدين منذ فترة وجيزة فى جنوب البلاد بالقرب من أريكيوبا Arequipa. قد أدى إلى ازدياد إنتاج بيرو حتى وصل إلى (١٧٢,٥) ألف طن عام ١٩٧٧ .

أما شيلى فقد كان إنتاجها منذ عام ١٩١٠ أقل من إنتاج المكسيك وكذلك أقل بكثير من إنتاج بيرو التى تعود شهرتها كبلد رئيسى لإنتاج النحاس إلى بداية القرن العشرين . ثم احتلت هذه البلاد المرتبة الثانية بين الدول المنتجة لهذا المعدن فى العالم خلال فترة الستينات .

ولقد بلغ متوسط مجموع إنتاج تشيلى السنوى خلال السنوات الماضيات أكثر من ٥٠٠ ألف طن قصير وتجاوز فى بعض الأحيان ٦٠٠ ألف طن . (شكل ٤٨) .




**شكل (٤٨) منتجو النحاس الرئيسيون متوسط ١٩٧٧ ـ ١٩٧٨**

وتقوم مراكز الإنتاج الأساسية فى شوكيوكاماتا Chuquicamata والتنيتى El Teniente والسلفادور ـ بوتريديللوس El Salvador-Poterillos (انظر شكل ٥٦) .

وتوجد كتل الخام فى هذه البلاد على الحافات الغربية لجبال الأنديز حيث يسهل الاعتماد على النقل البحرى لقرب المنطقة من البحر . وهذا عامل كبير الأهمية فى حصول هذه المناطق على حاجتها من البلاد الأخرى بالإضافة إلى أنه يوفر شحن منتجاتها بسعر رخيص إلى أسواق العالم .

وتدل التقارير على أن احتياطى هذه البلاد من الخامات المؤكدة والكامنة كبير جداً . مما يدعم استمرار صناعة تعدين النحاس فى تشيلى مدة طويلة . كما سيؤدى إلى بقائها مركزاً أساسيًا لإنتاج النحاس فى العالم .

**(ج) إنتاج النحاس فى إفريقيا :**

تقع منطقة الإنتاج الرئيسية فى الجزء الأقصى الداخلى من جنوب إفريقيا على الهضاب

التي يتفرغ منها نهر الكونغو والزامبيزى حيث يكون التهطال كبيرًا على العكس تمامًا من الموقع الساحلى والظروف الصحراوية التى تميز حقول خامات تشيلى .

ويعوض غنى الخامات الكبير هنا بعد مناجم النحاس الإفريقية عن وسائل النقل البحرى الرخيص ، التى تمتد كتل خاماتها على شكل شريط من زامبيا إلى كاتنغا فى الجزء الجنوبى من الكونغو . وبينما تراوح الإنتاج السنوى لزامبيا خلال الأعوام الماضية بين ٤٠٠ وأكثر من ٥٠٠ ألف طن قصير ، لم يتجاوز إنتاج كاتنغا ٢٠٠ ـ ٣٠٠ ألف طن . ومعظم الخامات التى استغلت فى هذين البلدين كانت ذات فلزات تتراوح بين ٢ و ٥٪ . وهذه النسب تفوق إلى حد بعيد النسب التى تضمها الخامات التى تُعدَّن حاليًا فى الولايات المتحدة والتى لا تتجاوز ٠,٧٪ .

ولكن البُعد وارتفاع كلفة النقل البرى أثرًا فيما مضى على إنتاج كل من كاتنغا وروديسيا ، إلا أن تجاوز هاتين العقبتين قد تم إلى حد ما عندما جرى افتتاح خط للسكة الحديد (سكة حديد بنغولا عام ١٩٣١) الذى أدى إلى اختصار المسافة الأرضية بحدود ٣٠٠كم ، كما أدى إلى اختصار الطريق البحرى حوالى ٣٢٠٠ كيلو مترًا . وقد نجم هذا الاختصار عن إيجاد مخرج إلى الغرب بواسطة هذه السكة . بتكلفة أرخص من التكلفة التى كان يقتضيها نقل الإنتاج نحو الجنوب والشرق ، أى أن إنشاء هذا الخط الحديدى قد قرب المناجم الإفريقية أكثر من ٣٥٠٠كم من أسواق الاستهلاك الأوروبية .

ولقد وضع تحسين وسائل النقل المناجم الإفريقية فى موضع تمكنت معه من المنافسة فى الأسواق العالمية مع أقاليم تعدين النحاس الكبرى الموجودة فى شمال وجنوب القارة الأمريكية . بالإضافة إلى أن الوضع المناسب لتعدين كتل الخامات فى هاتين المنطقتين وغنى الخامات ذاتها وأجر العمال الرخيص وإمكانية تأمين حاجات هذه المناجم من أوائل وأدوات عن طريق الماء قد ساعدها مساعدة جلى فى هذا المجال .

ولا يقتصر الإنتاج الإفريقى على هاتين المنطقتين بل إن هناك دولاً ثانوية تقوم بالإنتاج أهمها جنوبى إفريقيا وجنوب غرب إفريقيا وأوغندا وروديسيا الجنوبية .

ورؤوس الأموال المستثمرة فى هذه الصناعة هنا أيضًا رؤوس أموال الشركات الاحتكارية الأجنبية ومعظمها إنكليزى وبلجيكى وأمريكى .

أما احتياطى الخامات فكبير جدًا وخاصة فى كاتنغا وروديسيا حتى أن هاتين المقاطعتين اللتين يقترب إنتاجها من إنتاج تشيلى عادة والذى قد يتفوق عليه أحيانًا تعتبر الآن من أهم مناطق الإنتاج فى العالم .

(د) مراكز الإنتاج الأخرى المهمة فى العالم :

لقد قام الإنسان بتعدين النحاس منذ أكثر من ألفى عام فى أوروبا ، حيث لا زالت منطقة ريو تنتو Rio-Tinto فى جنوب إسبانيا والتى تقع شمال غرب مرفأ هويلفا تنتج خامات النحاس ومع ذلك فتعتبر ألمانيا الغربية وبلجيكا وبولونيا أهم إنتاجًا من إسبانيا .

وتحتل ألمانيا الغربية اليوم المرتبة السابعة فى إنتاج النحاس , حيث تستورد خاماته من دول مختلفة خاصة من إفريقيا .

ويحتل الاتحاد السوفياتى المرتبة الثانية من حيث الإنتاج فى أيامنا هذه ، إذ يأتى إنتاجه بعد الولايات المتحدة . وتقع أهم أقاليم إنتاج خامات النحاس الروسية فى كازخستان الوسطى خاصة فى حوض بلكاش Balkash وفى منطقة وسط وجنوب الأورال خاصة حول سفر دلوفسك ، وفى أوزبكستان وأرمينيا .

ويسترجع بعض النحاس فى الاتحاد السوفيتى باعتباره ناتجًا ثانويًا من النيكل الذى يُستغل فى شبه جزيرة كولا وفى نوريلسك Norilsk ، وكما فى كل مكان من العالم كان تزايد الاعتماد على الخامات الفقيرة سببًا فى إقامة مواقع أفران الإذابة الأولية بالقرب من مراكز التعدين . وقد بلغ إنتاج النحاس فى الاتحاد السوفيتى ما يزيد على (١,٤) مليون طن عام ١٩٧٧ .

أما فى آسيا فتعتبر اليابان الأولى من حيث الأهمية فى الإنتاج يتبعها الفلبين وتركيا وقبرص ، وتعتبر الأخيرة من أقدم مراكز تعدين النحاس فى العالم ، واسم قبرص مشتق من كلمة كوبروس الإغريقية أى النحاس والكوبروم أى النحاس باللغة اللاتينية .

وتحتل اليابان اليوم المرتبة الثالثة فى إنتاج النحاس إذ يقارب إنتاجها المليون طن (٩٨٢,٥ ألف طن عام ١٩٧٧) .

ولا تعطى الأرقام المتوفرة عن احتياطى النحاس فى العالم أجمع إلا صورة جزئية عن الواقع لأن أكثرها يستند على تقدير كميات النحاس المحتمل وجوده فى مناطق التعدين

الحالية والمناطق المجاورة لها التى تم اكتشافه فيها فعلاً . وفى جميع هذه البقاع قد توجد كميات أكبر من خامات النحاس كما أن هناك بقاعًا واسعة جدًا لم يجر فيها إلا تنقيب محدود . وهذه الملاحظات التى اعطيناها عن أرقام احتياطى النحاس تنطبق تقريبًا على أرقام الاحتياطى فى عدد من المعادن الأخرى ذات النفع الاقتصادى .

## ٢ ـ ٨ القصدير

إن عصر البرونز الذى تلا فترة العصر الحجرى الحديث وسبق عصر الحديد لم يكن ممكنًا لو لم يكتشف الإنسان القصدير ويعرف أنه يزيد من صلادة النحاس . ومن المحتمل أن يكون سكان حوض البحر الأبيض المتوسط الشرقى أول من تعلم كيف يصنع البرونز قبيل الألف الثالث للميلاد . والبرونز خليط يؤلف النحاس ٩٠٪ منه فى حين يدخل القصدير بنسبة ١٠٪ فى تشكيله . هذا ولما كانت الأسلحة والأدوات التى تُصنع من البرونز أحسن من الأسلحة والأدوات الحجرية لذلك فقد أصبح القصدير فى تلك الفترة التاريخية فلزًا استراتيجيًا ، إذ كانت الجيوش القوية والتجار تحتاج إليه ، ويعتبر الفينيقيون أشهر تجار القصدير الذين عرفهم التاريخ والذين حصلوا نتيجة الإتجار به على ثروات طائلة .

### إستعمالات القصدير :

لم يعد للبرونز اليوم إلا أهمية ضئيلة ، ولم يعد ما يُستعمل من قصدير فى صناعته يزيد عن ٦٪ من إنتاج القصدير العالمى . أما استعمالاته الجديدة فترتبط بخصائصه وأشهرها ليونته وانخفاض درجة ذوبانه ومقاومته للأكسدة والتآكل لذلك فقد استعمل فى اللحامات وفى طلى الأوانى النحاسية لعدم تأثره بالأحماض العضوية وغير العضوية .

ويستخدم القصدير اليوم لطلى صفائح الفولاذ الرقيقة التى تسمى صفائح التنك Tinplate التى تستعمل فى صنع عبوات الأطعمة الجاهزة .

ولقد كان طلى صفائح الفولاذ بالقصدير يتم فيما مضى بعد تحميتها (Hot dipped) أما اليوم فيجرى معظم الطلى بطريقة التحليل الكهربائى Electrolytic ، وهذه الطريقة الجديدة تحتاج إلى خمسى ما كانت تحتاجه الطريقة القديمة من قصدير ولكن سمك الطلاء قد نقص إلى درجة جعله أقل مقاومة من الأنواع التى تطلى بالطريقة القديمة . والاعتماد على طريقة الطلى الجديدة قد يتطلب مسح الأقسام الداخلية من علب الأطعمة الجاهزة فى

بعض الأحيان بمادة خاصة تشبه الورنيش لكى يبقى الطلاء أطول مدة ممكنة .

وتستعمل طريقة الطلى الجديدة وتشيع فى بلاد واسعة كالولايات المتحدة والاتحاد السوفياتى حيث يجرى استهلاك المعلبات بسرعة كبيرة جدًا لا تكاد تسمح للطلاء بأن يبلى .

**أشكال وجود القصدير :**

يحصل على القصدير من أكسيد الكاسيتريت ($SnO_2$) أو ما يسمى بحجر القصدير ويوجد هذا المعدن أصلاً فى العروق التى تقطع الجرانيت أو الصخور المتحولة كالشيست والتى توجد بالقرب من الصخور الجرانيتية . ولكن يندر أن تكون العروق كافية ومتعددة لتستأهل استخراج الكاسيتريت مباشرة منها كما هو الحال مثلاً فى بوليفيا وألمانيا الشرقية وتشيكوسلوفاكيا حيث يتم استخراج الكاسيتريت من عروقه .

ويوجد القصدير أيضًا بكميات كبيرة مخلوطًا مع الرسوبات اللحقية فى مصاطب الأنهار سهولها الفيضية ، وقد نجم وتجمع هذه الكميات عن تجربة طويلة تمت فى مناطق وجود الكاسيتريت وما تلا ذلك من حت ونقل وترسيب .

والتوضعات المنتشرة Placers deposits هى اليوم مصدر حوالى أربعة أخماس القصدير الذى يجرى إنتاجه فى العالم . وتستغل هذه التوضعات بطرق عديدة تختلف من مكان إلى آخر ، فى البقاع المنخفضة من سهول الفيض المستنقعية مثلاً يجرى الاستغلال بواسطة جرافات كبيرة تستطيع أن تحفر حتى عمق ٥٠م ، ولكن مهما كانت طريقة استغلال الخامات فإنها تحتاج إلى تركيز قبل أن يمكن إرسالها إلى أفران الإذابة . وتضم الخامات المركزة عادة بين ٦٠ و٧٥٪ من القصدير .

ويمكن إقامة أفران الإذابة غالبًا على بعد كبير من مناطق استغلال الخام (آلاف الكيلو مترات بين المكانين) وذلك لأن تركيز الخامات إلى درجة كبيرة أمر ممكن وهذا الأمر يسمح بنقل المركز منها بأجر منخفض نسبيًا ، ومن هنا نشأت تجارة واسعة فى خامات القصدير المركزة .

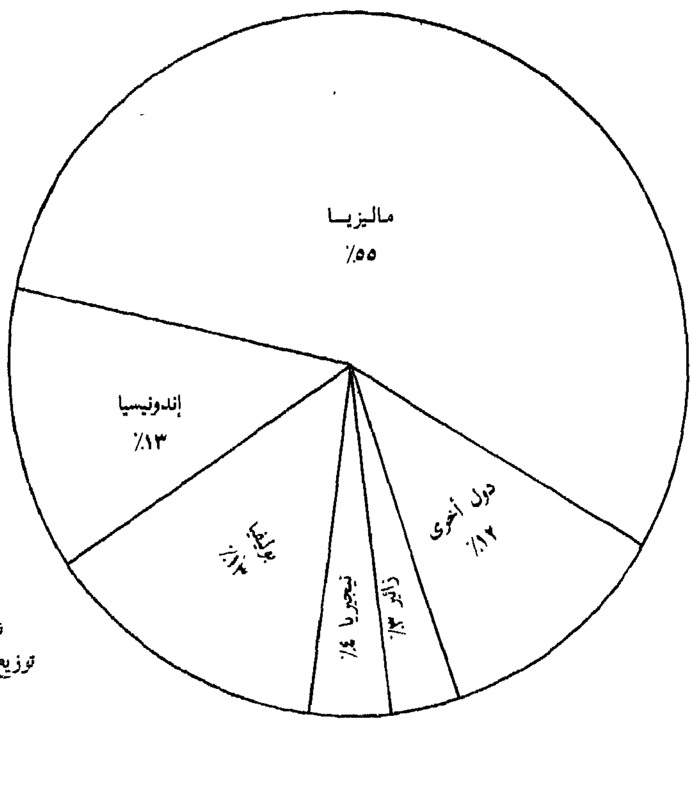
**مصادر القصدير فى العالم :**

تتركز مصادر القصدير الرئيسية فى العالم بمجموعة التوضعات المنتشرة التى تمتد على

شكل نطاق ضيق نسبيًا من النهاية الجنوبية لبورما عبر تايلاند والملايو وحتى الجزر الإندونوسية الثلاثة سيننغ كيب Sing Kep وبانغكا Bangkea وبيليتون Billiton . كما أن توضعات نيجيريا والكونغو ومعظم توضعات الصين هى من نوع التوضعات المنتشرة .

أما فى بوليفيا فيستحصل على القصدير من العروق الصخرية التى يشار إليها أيضًا باللود Lodes والتى تماثل تلك التى توجد فى إقليم كورنوول فى بريطانيا .

والقصدير فى الحقيقة فلز نادر نسبيًا . يتراوح مجموع الإنتاج العالمى منه بين ١٥٠ و٢٠٠ ألف طن وهى كمية ضئيلة إذا قورنت مع النحاس الذى يتراوح إنتاجه بين ٨ ــ ٩ ملايين طن كما أن بعد أماكن استغلاله عن أسواق الاستهلاك الكبير تجعله ذا ثمن مرتفع نسبيًا ، لهذا أصبح القصدير الثانوى الذى يجرى الحصول عليه من الفضلات مادة خام ذات أهمية كبيرة خاصة فى الولايات المتحدة الأمريكية ، حتى أصبح القصدير الثانوى يشكل من ٣٥ ــ ٤٠٪ من استهلاكها السنوى ، وأهمية الحصول على القصدير بنوعيه (الثانوى والأولى) بالنسبة لهذه البلاد تتضح تمامًا إذا عرفنا أن إنتاجها من القصدير الأولى عمليًا معدوم ، وأن استهلاكها يتجاوز ٢٨٪ من الإنتاج العالمى ١٩٦١ (شكل ٤٩) .




شكل (٤٩)
توزيع انتاج القصدير

( أ ) ماليزيا :

يشكل الجرانيت على العموم جميع السلاسل الجبلية التى توجد فى هذه البلاد ، ويحيط بهذه الجبال من طرفيها رسوبات متحولة يحدها بدورها سهل ساحلى لحقى. وقد أدت التجوية العميقة والمستمرة التى أصابت الجرانيت والصخور المتحولة المجاورة لها إلى وجود كتل سميكة من بقايا الغطاء الصخرى ، وبالتالى توضع المواد اللحقية فى الأودية وعلى السهل الساحلى.

وتنتج الملايو من القصدير أكثر من أى بلد فى العالم ، وقد احتلت منذ أمد المركز الأول ، واحتياطيها منه يكفى ليبقيها بلد الإنتاج الأول بغير منازع. وقد أنتجت فى عام ١٩٧٨ ما نسبته ٥٥٪ من إنتاج العالم.

(ب) إندونيسيا :

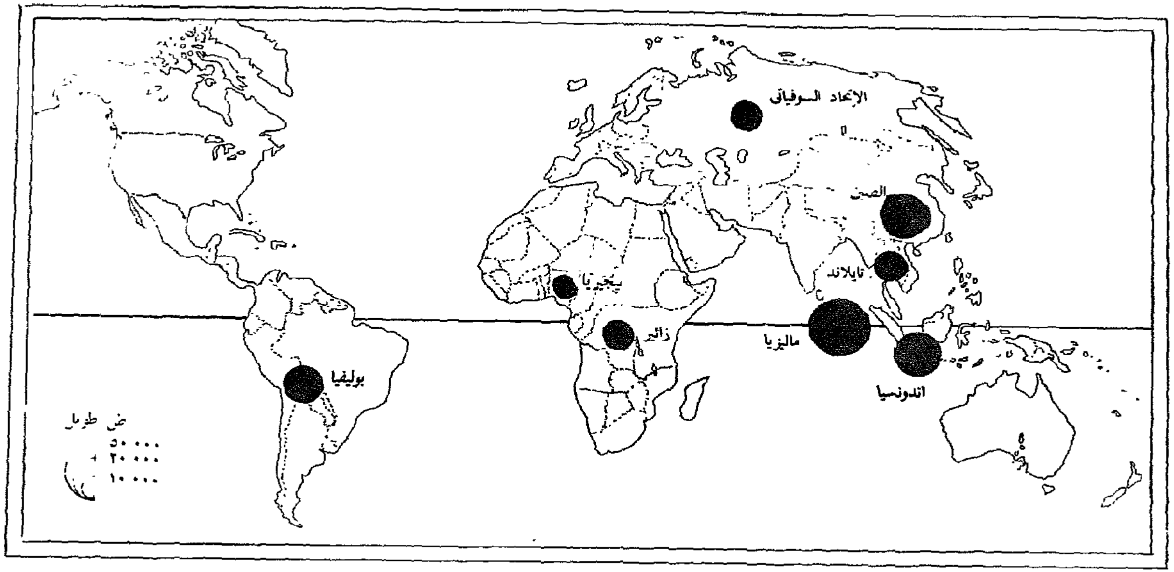
تستمر التوضعات التى توجد فى شبه جزيرة الملايو فى الجزر الإندونيسية التى سبق أن ذكرناها وتشمل أيضًا بعض التوضعات التى عثر عليها تحت مياه البحر فى المناطق المحيطة بهذه الجزر حيث كانت مجارى الأودية الحالية تستمر تحت المستوى الحالى لمياه البحر (كان مستوى البحر فى العصور الجليدية أكثر انخفاضًا مما هو عليه اليوم) ـ (شكل ٥٠).

ومن هذه التوضعات تقوم إندونيسيا بتوفير ثمن ($\frac{١}{٨}$) حاجة العالم من القصدير فى العام وموارد إندونيسيا من هذا المعدن موارد جيدة ولكن إنتاجها انخفض فى السنوات الماضية بسبب القلاقل والثورات وهى تحتل المرتبة الثانية فى الإنتاج بعد ماليزيا ، إذ يبلغ إنتاجها ١٣٪ من الإنتاج العالمى.

(جـ) بوليفيا :

توجد توضعات القصدير على امتداد السلاسل الجبلية إلى الشرق من هضبة بوليفيا المرتفعة فى المنطقة التى تمتد من أورورو Oruro إلى بوتوزى Potosi ومن هناك جنوبًا إلى الحدود الأرجنتينية. ويرتبط وجود كتل الخام هنا أيضًا مع وجود الجرانيت والترسبات المتصلة بالمندسات Intrusions فى الصخور المجاورة. ومعظم الإنتاج هنا يحتاج إلى تعدين الصخور القاسية وهذا النوع من التعدين لم يعرف فى الحقيقة قبل القرن العشرين.

وتنتشر المناجم على ارتفاعات تتراوح بين ٤٠٠٠ و ٧٠٠٠ م تقريبًا فوق سطح البحر




شكل (٥٠) مراكز إنتاج القصدير فى العالم متوسط ١٩٧٧ - ١٩٧٨

ولهذا كانت شروط الاستغلال شاقة ، كما أن صعوبة المواصلات والنقل كانت سببًا آخر أعاق استغلاله طويلاً . وعلى الرغم من أن الإنتاج وصل إلى قمته عام ١٩٢٩ فقد أدت زيادة الطلب عليه أيام الحرب العالمية الثانية إلى ارتفاع جديد ، إذ تجاوز الإنتاج الـ ٤٢ ألف طن طويل عام ١٩٤٥ . ولكن الإنتاج ما لبث أن انخفض بعد ذلك إلى أقل من النصف . وقد بلغ إنتاجها عام ١٩٧٨ حوالى (٢٥) ألف طن .

ومع أن تكلفة الإنتاج مرتفعة نسبيًا نظرًا للظروف التى سبق أن عرضنا إليها ، إلا أن اتساع احتياطى الخام المعروف والكامن كبير إلى درجة تعد باستمرار التعدين عقود عديدة مقبلة .

**(د) بريطانيا :**

لقد جرى إنتاج القصدير فى إقليم كورنوول قبل التاريخ المكتوب وقد كان إنتاج هذه المنطقة سلعة أتجر بها الفينيقيون والرومان ، أما اليوم فيتجر بها الإنكليز أنفسهم .

وعلى الرغم من ضآلة الإنتاج الحالى (أقل من ١٪) من الإنتاج العالمى إلا إنه إنتاج مستمر ، ويعود ذلك إلى الخبرة التى حصلت عليها هذه المنطقة بسبب نشوء هذه الصناعة فيها منذ القديم ، ولهذا فلا تزال حتى اليوم مركزًا هامًا جدًا لإذابة القصدير الذى يردها من عدد من مناطق العالم . ولهذا أيضًا كانت لندن ولا زالت أحد مراكز التجارة الرئيسية بهذه المادة يضاف إلى هذا أن بريطانيا كانت تحتكر معظم إنتاج وتجارة القصدير فى العالم لأنها كانت تضع يدها على عدد من مناطق الشرق الأقصى وخاصة الملايو.

**(هـ) مراكز الإنتاج الأخرى :**

تتمركز التوضعات النيجيرية فى بوشى Bauchi أو منطقة هضبة جوس فى القسم الأوسط من نيجيريا ، أما تلك التى توجد فى زائير فتقع فى منطقة كاتنغا وبحيرة كيفو بالإضافة إلى توضعات رواندا والبروندى القريبة منها . ويأتى معظم الإنتاج الصينى من منطقة (يونان) أما توضعات القصدير الروسية فيقع معظمها فى إقليم الآمور فى أقصى شرق الاتحاد السوفيتى (قرب الحدود الصينية) .

ومعظم الخام الذى يعدّن فى الملايو وإندونيسيا يسترجع إلى أشكال فلزية فى أفران الإذابة فى سنغافورة وفى جزيرة (بانغكا) فى حين يجرى تركيز الخامات التى تعدن فى

نيجيريا بالقرب من المناجم ومن ثم يجرى شحنها إلى أفران الإذابة في ليفربول وردروث فى كورنوول فى بريطانيا حيث يجرى تحويلها إلى قصدير صاف .

وتشرف بريطانيا منذ زمن بعيد عن طريق رؤوس الأموال الاحتكارية على معظم إنتاج القصدير الأولى ، بامتلاكها لأفران الإذابة وإدارتها لها .

أما الولايات المتحدة ففيها فرن لإذابة القصدير فى مدينة تكساس يقوم بمعالجة خامات القصدير المركَّزة التى ترسل إليه من بوليفيا وغيرها من البلاد .

**نظرة على مستقبل القصدير :**

بما أن القصدير مادة أساسية لصناعة آلات الحرب والذخائر ، كان على العالم الغربى (الحلفاء) خلال الحرب العالمية الثانية وبعد أن انقطعت صلاته بجنوب شرق آسيا أن يعتمد بشكل كبير على أمريكا الجنوبية وإفريقيا . وهذا الأمر يوضح إلى حد بعيد أسباب ارتفاع إنتاج بوليفيا فى فترة الحرب بسبب حاجة الولايات المتحدة الماسة إلى هذا الإنتاج . فى حين اعتمدت بريطانيا اعتمادًا كبيرًا على نيجيريا وزائير .

ولقد أكدت التوضعات المكتشفة خلال العقدين الماضيين احتمالات وجود كتل كبيرة من خامات القصدير فى إفريقيا والاتحاد السوفيتى والصين وغيرها من بقاع العالم . ومما لا شك فيه أن أعمال التنقيب ستتسارع بقوة عندما تشتد حاجة الأسواق إلى هذه المادة وقد يتم بنتيجتها اكتشاف احتياطى إضافى ثمين . أما بالنسبة للوضع الحاضر فيبدو أن الملايو وإندونيسيا ستبقيا المصدرين الرئيسيين للقصدير الأولى .

وتقوم حاليًا هيئة دولية بالإشراف على معظم الإنتاج العالمى وهى تهتم بتطبيق اتفاقية عالمية للقصدير باشراف الولايات المتحدة الأمريكية ويبدو أن الأمر سيستمر كذلك فى المستقبل .

## ٣ ـ ٨ الألمنيوم

بغض النظر عن أن العلماء قد عملوا سنوات طويلة عديدة لإيجاد وسائل لإنتاج الألمنيوم بكميات تجارية مفيدة ، فقد ظل هذا الفلز معدنًا يشار إليه كشىء كمالى حتى أواخر عام ١٨٩٩ إذ كانت تكاليف استحصاله من خاماته كبيرة جدًا بشكل جعله غير ذى أهمية صناعية . وكان سعر الكيلوجرام الواحد منه يزيد على اثنى عشر دولارًا (بسعر الوقت

الحاضر) أو أربع دولارات بالسعر القديم بينما هبط سعره إلى نصف دولار اليوم . ولهذه الأسباب يمكننا أن نقول أن استعمال الألمنيوم لم يتم إلا البارحة إذا قارنا تاريخ استعمال النحاس والرصاص والزنك .

**استعمالات الألمنيوم :**

لقد فاق استعمال هذا الفلز على الرغم من حداثته جميع أقرانه من المعادن الأقدم استعمالاً . والدليل على ذلك أن إنتاجه العالمي يزيد عن (١٧) مليون طن . في حين بلغ إنتاج النحاس (٨.٥) مليون طن والزنك (٥.١) مليون والرصاص (٣.٣) مليون تقريباً .

ولرقم الإنتاج تأثير ووقع أكبر فيما لو تذكرنا أن الوزن النوعي لهذا المعدن لا يتعدى ٢.٧ في حين أنه يبلغ ٨.٩ للنحاس و ٧.١ للزنك و ١١.٣ للرصاص . وبكلمة أخرى إن حجم إنتاج الألمنيوم يبلغ أربعة أضعاف النحاس .

وأهم خصائص الألمنيوم التي أعطته قيمة عالية في الصناعة خفة وزنه ومتانته Strength وناقليته للكهرباء ومقاومته للتآكل .

والمعدن الصافي لين نسبيًا وقابل للسحب . ولكن إذا أذيب مع فلزات أخرى نتج خليط ذو صفات قد تقارن مع صفات الفولاذ المستخدم في الإنشاءات . أما العناصر التي تدخل في خلائط الألمنيوم التجارية فهي السيليكون والنحاس والنيكل .

وقد دخل الألمنيوم وخلائطه المتينة عالم إنشاء تجهيزات سكك الحديد وعبوات النقل وأجسام الشاحنات التجارية والسفن والطائرات والسيارات . كما دخل مجددًا وخلائطه في عالم الإنشاءات الثقيلة فأخذ يستخدم في صناعة الجسور والأبنية الضخمة .

وتحتل صناعات إشغال المعادن وصبها Foundry الدرجة الثانية من ناحية كميات الألمنيوم التي تستعملها بعد صناعة تجهيزات الإنشاءات بينما تأتي صناعة الكهرباء التطبيقية في المرتبة الثالثة . وقد توسعت هذه الصناعة بسرعة في السنوات السابقة بسبب استخدام الألمنيوم في صناعة التوصيلات الكهربائية لخطوط التوتر العالي حيث تعتبر الكابلات المصنوعة من الألمنيوم والفولاذ المسبق الأجهاد Al. Steel-reinforced إنشاءات قياسية Standard.

إن انخفاض تكلفة الحصول على الألمنيوم التي جاءت مع مطلع القرن العشرين مكنت

من وضع أوانى الألمنيوم فى متناول ربة كل بيت تقريبًا وفتحت بذلك أسواقًا ضخمة لمثل هذه المنتجات .

## أشكال وجود الألمنيوم :

يعتبر الألمنيوم من أكثر العناصر انتشارًا على سطح القشرة الأرضية ولكنه موجود بصورة عامة بشكل يصعب استحصاله . فهو يشكل جزءاً من عدد من المعادن المشكلة للصخور كأصناف الفلدسبار المختلفة والميكا والهورن بلند . كما يوجد فى بعض منتجات الصخور المتحولة (الناشئة عن الاستحالة أو العمليات الأخرى التى تغير الصخور) كالكلوريت والكاولينيت ومعادن الغضار المتحالفة Allied. وقد يُظن أن كثرة انتشار أنواع الغضار تسهل عملية الحصول على الألمنيوم ولكن أنواع الغضار المختلفة لا تحتوى فى الحقيقة إلا على كميات ضئيلة من الألمنيوم . كما أن وجود السيلكا Silica مترافقًا مع هذا الغضار يعوق الاستغلال .

## البوكسيت :

مزيج شبيه بالغضار يضم عددًا من أكاسيد الألمنيوم المائية أى مركبات تضم الألمنيوم والهيدروجين والأوكسجين . ينتج عن التجوية العميقة التى تصيب الكتل الصخرية وبقايا الغطاء الصخرى فى ظل شروط مناخية خاصة (دفء ورطوبة مناسبة) . وأحسن مناطق تشكله السطوح شبه الأفقية الواسعة أى ما يسمى عادة باشباه السهول .

ويتم تشكل البوكسيت بنفس الطريقة التى يتم بها تشكيل الأتربة اللاتيريتية [1] أى عن طريق الإزالة التدريجية للسليكا من التربة وإعناءها تدريجيًا بالحديد وأكاسيد الألمنيوم المائية . ويطلق عادة على المركبات التى تكثر بها أكاسيد الألمنيوم المائية ويقل فيها الحديد إسم البوكسيت ، فى حين تدعى بالأتربة الاتيريتية إذا كان الأمر على العكس . ومما تقدم يتضح أن انخفاض السليكا فى الصخر الأصلى يساعد كثيرًا على تشكيل البوكسيت .

ويوجد العديد من توضعات البوكسيت المستغلة حاليًا فى الأقاليم المدا يد الرطبة وتحت

(١) نوع من الغضار الذى يحدث فى المناطق الاستوائية الرطبة ، فاقع اللون غنى بالحديد .

المدارية حيث تشكلت أصلاً أثناء الأحقاب الجيولوجية الحا ية (التريتارى Tertiary) كما يوجد بعضها أيضًا فى بعض البقاع التى كانت فيما مضى أثناء العصور الجيولوجية) ذات مناخ أكثر دفئا ورطوبة من المناخات السائدة عليها حاليًا .

ويصح هذا بصورة خاصة على التوضعات الموجودة فى أركنساس وتلك التى توجد فى جنوب فرنسا وهنغاريا ويوغسلافيا . ويحد خط عرض ٣٥° فى أمريكا الشمالية مناطق استغلال البوكسيت إذ ينعدم استغلاله إلى الشمال من هذا الخط . أما فى أوروبا فنجد أن معظم التوضعات ترتبط بمنطقة البحر الأبيض المتوسط .

ويعبر عن نسبة ما يحتوى عليه البوكسيت من مادة فلزية بنسبة ما فيه من أوكسيد الألمين $Al_2O_3$ التى قد تتراوح بين ٦٠ و ٥٠٪ وقد يوجد البوكسيت فى بعض الحالات . على الرغم من وجود غطاء ترابى كبير ، قريبًا بصورة كافية من السطح بشكل يسمح باستغلاله بأرخص التكاليف بطريقة المناجم المكشوفة . ولكن عمليات التعدين العميق كان لابد وأن تتبع عمليات المناجم المكشوفة خاصة فى المناطق التى تكون فيها التوضعات القريبة من سطح الأرض قد وصلت حد الإنهاك . واستغلال البوكسيت مثل آخر على تزايد التكاليف الذى سبق أن ذكرناه عندما وصفنا الصناعة التعدينية . إذ أن التعدين ينتقل من استغلال أسهل الخامات إلى أصعبها استغلالاً .

وحيث تكون كتل البوكسيت كثيرة التشوش وترتصف بزوايا حادة يُجبر المعدنون على القيام بالتعدين تحت الأرض منذ بداية الاستغلال . شكل (٥١) .

ويستخدم معظم البوكسيت المعدن أى ٩٠٪ منه فى الحصول على الألمنيوم ، أما الباقى فيدخل فى صناعة مواد السحج Abraision والصناعات الكيماوية والحرارية وصناعة الخزف الحديث Modern Ceramics.

## تحويل البوكسيت إلى ألمنيوم :

للبوكسيت حجم كبير وقيمة ضئيلة بالنسبة للوزن ، لذلك كان من المرغوب فيه إزالة معظم الرطوبة والشوائب منه وبصورة خاصة إذا كان معدًا لنقل طويل ومكلف ، لذا يجرى تجفيف البوكسيت المعد للشحن من غويانا إلى مرافىء الولايات المتحدة مثلاً فى حين أن البوكسيت الذى يصدر من جاميكا إلى تلك المرافىء لا يجفف بسبب قرب المسافة .

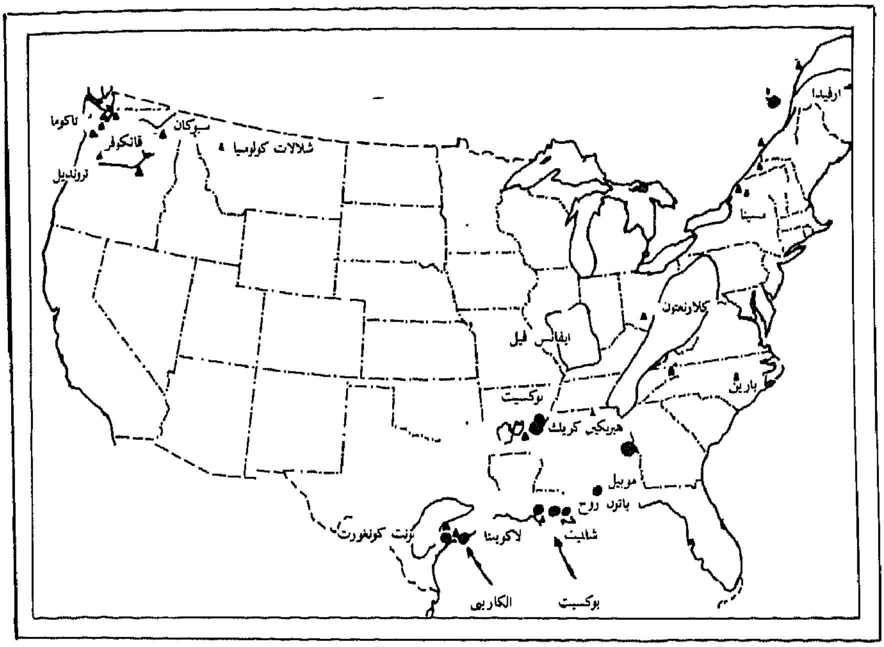


شكل (٥١) تعدين البوكسيت فى جامايكا

وتشحن الخامات المجففة غالبًا إلى مسافات بعيدة للقيام بالمرحلة التالية من مراحل تصنيعه أى من أجل إزالة ما تبقى من سيلكا وعزل مادة الألين بطريقة باير Bayer. ويعزل الأوكسجين المرافق للألين بواسطة التحليل الكهربائى (الإلكتروليز) لذلك تقام مصانع الاختزال Reduction حيث يتوفر تيار كهربائى رخيص بكميات مناسبة .

وقد تنتج بعض البلاد كميات من الألمنيوم تفوق ما يمكنها الحصول عليه من إنتاجها المحلى ، ففى الولايات المتحدة مثلاً تقوم مصانع الألين على طول شاطىء الخليج لتهتم بالخامات المستوردة ، فى حين أن المصنعين المقامين فى أركنساس يهتمان بمعالجة الخامات المحلية .

وقد نجد بعض البلاد التى لا تنتج أى بوكسيت ومع ذلك ففيها عدد من مصانع التحويل (الاختزال) ككندا حيث أقيمت هذه المصانع بالقرب من منشآت القدرة المائية الهامة فيها كالمصنع المقام على نهر سان موريس والمصنع المقام على نهر ساغوينى رافدا نهر سانت لورانس. وتعتبر النرويج أيضًا من أكبر البلاد المنتجة للألمنيوم على الرغم من خلو أرضها من توضعاته إلا أن ما جعلها من البلاد المنتجة توفر كميات هائلة من القدرة الكهرمائية فيها (شكل ٥٢).

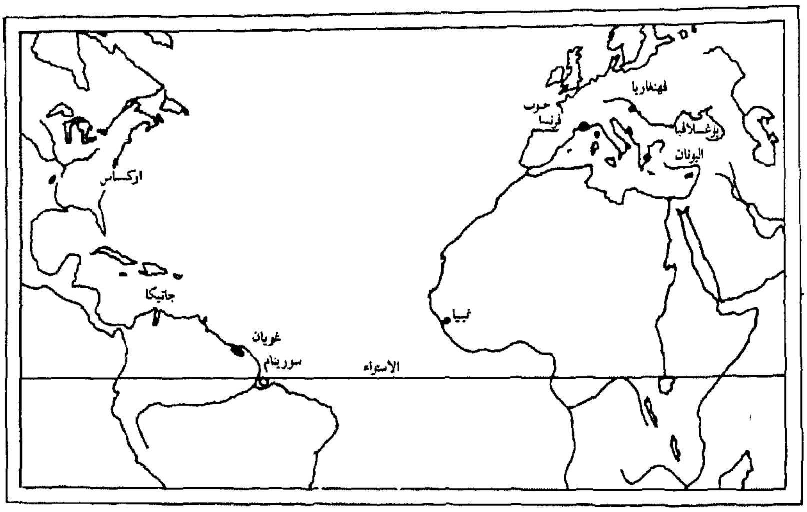



شكل (٥٢) مواقع صناعة الألومنيوم فى الولايات المتحدة

## إنتاج البوكسيت فى العالم :

### ( ا ) الاتحاد السوفياتى :

يستند الإنتاج الروسى فى جزء منه على مصادر الألمنيوم المحلية ولكن إنتاج هذه البلاد يعتمد أيضًا على ما يستورد من خامات اليونان . ولقد أجبرت ضآلة كميات البوكسيت المحلى الاتحاد السوفيتى على استخدام معدنى النفلين Nepheline والألونيت Alunite أيضًا ولكن حصتهما فى إنتاج الألمنيوم غير معروفة تمامًا شكل (٥٣) .




شكل (٥٣)

وقد بلغ إنتاج الاتحاد السوفياتى من البوكسيت عام ١٩٧٨ نحو ٩٪ من إنتاج العالم .

وتوجد توضعات البوكسيت الرئيسية فى وسط وجنوب جبال الأورال والمرتفعات المجاورة للينغراد . أما توضعات النفلين فتتركز فى شبه جزيرة كولا وسيبريا الشرقية كما توجد توضعات الألونيت فى أذربيجان .

وفى الاتحاد السوفياتى تقوم مصانع تصفية الألمنيوم إلى جوار مراكز توليد القدرة الكهرمائية الرخيصة التكاليف التى يجرى إنتاجها على نهرى الدنيبر والفولفا وفى الجزء

الأوروبى الشمالى الغربى من الاتحاد . كما تقوم صناعة التصفية أيضًا إلى جانب المحطات الكهرـحرارية الرخيصة التكلفة التى تولد الكهرباء من الفحم البنى فى وسط الأورال وسيبريا الغربية (منطقة كراسنويارسك) . وقد أدى تزايد إنتاج القدرة الكهرومائية ال... على نطاق واسع فى سيبريا الشرقية إلى قيام مصانع لإنتاج الألمنيوم مؤخرًا فى إقليم اركوتسك Irkutsk أيضًا .

**(ب) الولايات المتحدة :**

يتركز إنتاج البوكسيت فى الولايات المتحدة إلى جنوب شرق خط يمتد من ليتل روك Little rock إلى هوت سبرينغ Hot spring فى ولاية أركنساس . وتنتج جورجيا وألاباما نسبة ضئيلة منه . واستهلاك البوكسيت فى هذه البلاد يتجاوز الإنتاج المحلى بنسبة كبيرة لذلك كان لابد لها من الاستيراد .

وقد زاد متوسط الإنتاج السنوى فى السنوات الأخيرة على ثلاثة أضعاف وخمسة أضعاف ونصف الإنتاج المحلى .

وتعتمد هذه البلاد اعتمادًا كبيرًا على مستورداتها من جزر الأنتيل والجزء الشمالى من أمريكا الجنوبية . أما أهم مراكز اختزال الفلزات (التصفية) فتقوم على ساحل الخليج لتصفية الخامات المستوردة . فى حين نجد أن مصانع التحويل الأخرى الأربع والعشرين تتوزع على عدد من الولايات ، خمسة منها فى ولاية واشنطن التى تتمتع بقدرة مائية ملائمة .

**(جـ) البلاد الأخرى :**

تحتل استراليا اليوم المرتبة الأولى فى العالم فى إنتاج البوكسيت . إذ يعادل إنتاجها ٢٤.٣٪ من الإنتاج العالمى .

تقع أهم البلاد المنتجة للبوكسيت فى الوقت الحاضر فى أمريكا اللاتينية والذى قدر إنتاجها بحوالى ٤٧٪ من إنتاج العالم . وقد أصبحت جامايكا خلال فترة وجيزة من الزمن من البلاد الرئيسية فى إنتاج هذا الخام وتقع معظم خامات هذه المنطقة عمليًا بالقرب من سطح الأرض والمسافة بين مواقع مناجمها والساحل قصيرة نسبيًا ، لذلك كانت تكاليف إنتاجها منخفضة نسبيًا . ويبلغ إنتاجها حوالى ١٩٪ من الإنتاج العالمى .

وتنتج كل من هاييتى وجمهورية الدومنيكان كميات قليلة من خام البوكسيت . أما فى أمريكا الجنوبية فيتركز الإنتاج فى سورينام Surinam وغويانا البريطانية . وهاتان المنطقتان تعتبران جزءاً من بقعة واسعة من الأرض تتألف صخورها من الصخور الاندفاعية القديمة والصخور المتحولة التى تسمى بالدرع الغويانى الذى يمتد إلى البرازيل وغويانا الفرنسية من جهة وإلى فنزويلا من الجهة الأخرى . وفى جميع أنحاء هذه المنطقة ساعدت الشروط الملائمة على تشكل البوكسيت . ولهذا فمن المحتمل وجود توضعات أخرى ثمينة فيها لما تكتشف بعد .

وتشتهر كل من غينيا وغانا وغمبيا فى إفريقيا الغربية بإنتاجها فى الوقت الحاضر وفى هذه المنطقة من العالم أيضًا يتوقع أن تكتشف مصادر جديدة للبوكسيت .

أما فى أوروبا فتعتبر فرنسا لا أهم البلاد الاوروبية إنتاجًا فحسب بل وأقدمها أيضًا . يليها فى الأهمية هنغاريا ويوغسلافيا واليونان .

وتنتج بعض البلاد الآسيوية كميات لا بأس بها من البوكسيت وأهمها الملايو واندونيسيا والساراواك والهند .

## نظرة على مستقبل البوكسيت :

إن ضخامة كمية الخامات المعروفة فى العالم وتحسين طرق إستخلاصها والحصول عليها وتنوع استعمالات الألمنيوم تؤكد جميعًا استمرار أهمية هذا المعدن . وإن توسع صناعة الطائرات المذهل والرغبة فى القوة والسرعة والخفة فى تجهيزات المواصلات البرية والبحرية ليؤكد دونما أدنى شك استمرار التوسع الكبير فى أسواق الاستهلاك الحالية وفى المستقبل .

## ٤ ــ ٨ المغنيسيوم Magnesium

يوجد المغنسيوم فى الطبيعة بكثرة تعادل كثرة الألمنيوم ، ويحتل الدرجة الثالثة من حيث الكثرة بين الفلزات . ولقد صعب أول الأمر إيجاد وسائل عزل اقتصادية لعزل الفلز عن العناصر الأخرى التى يوجد متحداً معها فى الطبقة الصخرية Lethosphere والطبقة المائية Hydrosphere لذلك لم يدخل حيز الاستعمال إلا منذ مدة وجيزة نسبيًا . ومع ذلك فإن مجموع كمية المغنسيوم الأولى Primary التى ينتجها العالم اليوم لا تكاد تبلغ جزءاً ضئيلاً من

إنتاج العالم من النحاس والألمنيوم . وهو على ضوء استعماله الحالى يعتبر فلزًا لازمًا لصناعة خليطة الألمنيوم .

والمغنسيوم من أخف الفلزات المستعملة فى أغراض البناء . يبلغ وزنه النوعى ٢٣٪ من وزن الحديد و ٦٤٪ من وزن النحاس . وهذا ما جعله ملائمًا لصناعة الإنشاءات التى تتطلب متانة عظيمة بالنسبة للوزن كما هو حال صناعة الطائرات .

ولقد كان روبرت بنسن Robert Bunsen الكيماوى الألمانى أول من استحصل على المغنسيوم النقى عام ١٨٥٢ . كما أن إنتاجه على أسس تجارية حدث فى ألمانيا مترافقًا مع صناعة البوتاس .

وعندما ازداد تقدير المهتمين لصفات المغنسيوم جرى إنفاق مبالغ طائلة للبحث عن طرق فنية يمكن أن تساعد على إنتاج كميات ضخمة منه بأقل التكاليف الممكنة ونجاح هذه الأبحاث يظهر بوضوح فى تغير أسعار هذا الفلز . ففى فترة الحرب العالمية الأولى بيع الكيلوجرام الواحد منه بـ(١١) دولارًا تقريبًا وفى عام ١٩٢٨ انخفض السعر إلى ١.٢ دولار للكجم الواحد . أما اليوم فلا يتجاوز سعر الكيلوجرام الواحد منه الـ ٧٥ سنتًا أمريكيًا .

## إستعمالات المغنسيوم :

إن خاصيتى المغنسيوم فى الأكسدة السريعة Oxidizing وإعطاء ضوء وهاج جعلت هذا الفلز شيئًا ثمينًا للأغراض الكيماوية والتصوير .

ولم يعد لاستعمالات المغنسيوم السابقة التى كانت له فى فترة الحرب كاستعماله فى المشاعل والقنابل المحرقة والكيماويات إلا أهمية ثانوية اليوم . أما استعمالاته الحقيقية فتظهر إذا نظرنا إلى الإنتاج الأمريكى إذ يستعمل ثلث هذا الإنتاج لتحضير خلائط الألمنيوم التى تتميز بالمتانة وخفة الوزن والثلث الثانى فى المنتجات الإنشائية كصب المعادن Casting والألواح والصفائح وآلات الثقب Extrusions.

## أشكال وجود المغنيسيوم :

المغنسيوم عبارة عن مركب يتألف من عدد من المعادن والصخور . وهو يوجد على شكل مركب كيماوى فى المالح Brines ومياه البحر . والمغنسيت أو فحمات المغنسيوم واسع

الانتشار يستعمل فى تلفيح (تبطين) Lining الأفران باعتباره من الحراريات لأنه عنصر مقاوم للذوبان فى ظل شروط الحرارة العالية .

ويمكن أن يستخلص المغنسيوم أيضًا من صخر الدولوميت الذى يتألف من فحمات الكلسيوم والمغنسيوم معًا . وهو كثير الإنتشار على سطح الأرض إلى حد يضمن أن عمر المغنسيوم لن يكون مجال بحث .

وقد حصل مؤخرًا تطور جديد فى الحصول على المغنسيوم . إذ مكنت الوسائل الجديدة من الحصول عليه من مياه البحر . ولهذا فقد جرى بناء مصانع عديدة على شواطىء البحار حيث يؤلف كلور المغنسيوم أربعة أجزاء من أصل ألف من المالح البحرية وهذا الأمر يفترض بالطبع معالجة كميات هائلة من الماء للحصول على كميات معقولة من المغنسيوم الفلزى Metallic.

ولقد أدى استعمال طرق عدة لاستحصال وتصفية المغنسيوم من مصادر عدة إلى ازدياد إنتاجه فى الولايات المتحدة مثلاً بشكل واضح خلال السنوات الأولى من الحرب العالمية الثانية من ٣٣٥٠ طن قصير عام ١٩٢٩ إلى أكثر من ١٨٠ ألف طنًا عام ١٩٤٣ .

وكان سبب هذا الإرتفاع غير الطبيعى تزايد طلب بعض الصناعات عليه كصناعة الطائرات وآلات الثقب . ومع زوال ظروف الحرب انخفض الإنتاج الذى أخذ يتراوح بين ٤٠ ــ ٨٠ ألف طن قصير فى العام من المغنسيوم الأولى ثم عاد وارتفع إلى ما يزيد عن مائة ألف طن فى السنة .

### إنتاج المغنسيوم فى العالم :

تعتبر الولايات المتحدة أكبر منتج للمغنسيوم الأوّلى ومن أهم الدول فى إنتاج مركباته . ويتراوح إنتاج هذه البلاد من المغنزيت MgCO بين ١٢ و٧٪ من الإنتاج العالمى ولكن إنتاجها لا يكفيها . لذلك وبسبب حاجة هذه البلاد إلى هذه المادة فهى تستورد المغنزيت المعالج أو المغنزيوم الخامى MgO من النمسا واليونان ويوغسلافيا . كما أخذت البلاد تزيد من اعتمادها على المالح يومًا بعد يوم وتقلل من اعتمادها على الخامات . ويبلغ مجموع إنتاجها من المغنسيوم ما يزيد عن ٥٠٪ من إنتاج العالم (حوالى ١٢٠ ألف طن) .

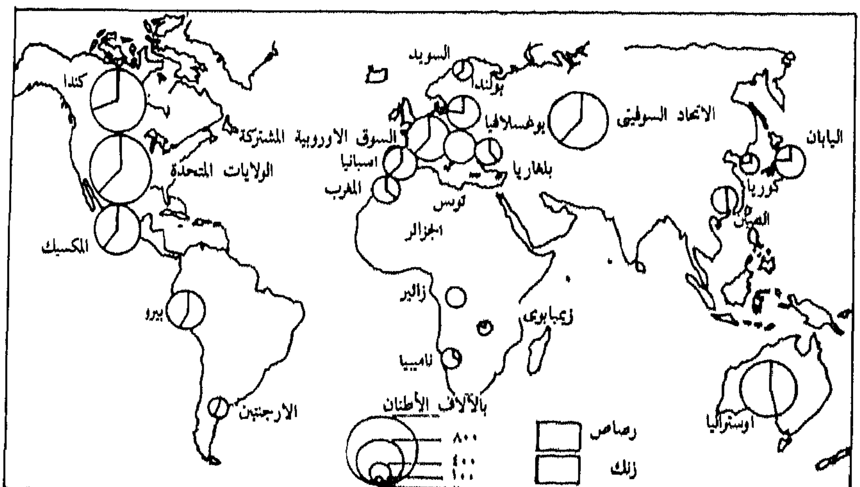
أما الدول الأخرى المهمة فى الإنتاج فهى الإتحاد السوفياتى والنرويج وكندا وإيطاليا .

ولمواجهة الحاجة إلى مواد متينة وخفيفة الوزن فى النقل البرى والجوى سيكون للمغنسيوم شأن كبير ومفيد . كما أن تحسن طرق الإنتاج وتقنية الصناعة ستؤدى بلا شك إلى إزدياد أهمية هذا الفلز الصناعى .

## ٥ ـ ٨ الرصاص والزنك

يُعثر على الرصاص والزنك عادة مترافقين فى الطبيعة . وقد تنتج منطقة للتعدين أحيانًا كميات من الرصاص تفوق الزنك وأحيانًا أخرى قد نجد العكس (شكل ٥٤) .

وحتى فى الأماكن التى قد يجرى فيها إنتاج أحد هذين الفلزين بصورة تجارية قد نجد عادة إنتاجًا قليلاً من المعدن الآخر والعكس صحيح أيضًا . وقد جرى استعمال كل من هذين الفلزين منذ قرون عديدة حتى أن الرصاص قد عدِّنِ منذ مدة تزيد على الألفى عام . وقد استعمله الرومان لأغراض السبك Plumbing .




شكل (٥٤) أقاليم إنتاج الرصاص والزنك الرئيسية

### استعمالات الرصاص والزنك :

يختلف هذان الفلزان عن بعضهما إختلافًا بينًا سواء فى خصائصهما الكيماوية والفيزيائية وحتى فى استعمالاتهما ولكنهما يشتركان فى أمر أو أكثر أى فى تعدد استعمالاتهما وفى عدم وجود بديل لهما فى اقتصادنا الحديث .

والخصائص التى تجعل الرصاص فلزًا ثمينًا هى ليونته Softness وقابليته للطرق ومقاومته للتآكل ، لذلك يمكن لفه بسهولة وطرقه ليصبح على شكل صفائح ولكنه يختلف عن النحاس والحديد فى عدم قابليته للسحب على شكل أسلاك رفيعة أو خيوط .

ومقاومته للتآكل تجعل منه شيئًا ذا قيمة خاصة لسبك القوالب Fixtures والبطاريات الخازنة والكابلات التى تُستعمل بكثرة فى صناعة الهواتف والتلغراف . وبما أن الرصاص هو الوحيد بين الفلزات التى لا تتاثر بالحموض الكبريتية لذلك فهو يستعمل فى تصميم بطانات جميع الأجهزة المستعملة فى تصنيع هذه المادة الصناعية الهامة .

وقد ظل الرصاص يُستخدم مدة ليست قليلة فى تصنيع الدهانات أكثر من استعماله فى أى غرض آخر ولكن نتيجة للتغيرات التى أصابت هذه الصناعة تناقص ماكان يُستعمل منه فى هذا الغرض بصورة واضحة .

ولا تستخدم البطاريات الخازنة أكثر من ثلث الرصاص المستعمل فى عدد من البلاد ، كما تستعمل صناعة الرصاص التيترا اثيل Tetraethyl والتيترا مثيل Tetramethil ، لتحسين رقم الأوكتان فى البنزين حوالى ١٥٪ منه فى حين تستخدم صناعة الأصبغة Pigments حوالى ١٠٪ من الإنتاج . أما الباقى فيستفاد منه فى عدد كبير من الأغراض الصناعية .

ولقد إزداد الطلب مؤخرًا على الرصاص من أجل الأعمال النووية ولصناعة الدروع المضادة للإشعاع (كالأشعة السينية) . وتفصح أهمية السيارة فى الاقتصاد الأمريكى بجلاء عن عدد من هذه الاستعمالات .

أما الخصائص التى جعلت من الزنك مادة ثمينة بصورة خاصة فهى قابليته لأن يدخل فى صناعة الخلائط ومقاومته للأكسدة . ويدخل حوالى نصف الزنك المستهلك فى الولايات المتحدة مثلاً فى تصنيع الخلائط المختلفة التى يكون الزنك أساسها ، وكذلك فى عدد من منتجات الشبه الأصفر Brass وخلائط الفلزات الخفيفة ، ويستعمل حوالى ٤٠٪ منه فى أعمال الغلفنة Galvanizing .

إن عملية طلى صفحة من الحديد والفولاذ بطبقة رقيقة من الزنك تدعى بالغلفنة وصفائح الحديد التى تعالج بهذه الطريقة تقاوم الصدأ لذلك كانت تعيش مدة أطول ، أما الشبة فعبارة عن خليطة من الزنك والنحاس بنسب مختلفة إلا أنها تضم عادة بين ٦٦ و٨٣ جزء من النحاس ومن ٣٤ إلى ١٧ جزء من الزنك .

**خامات الرصاص والزنك :**

الغالينا Galena هى المعدن الرئيسى الذى يحتوى على الرصاص . ويتألف من مركب يضم الرصاص والكبريت . ويوجد عدد آخر من معادن الرصاص ولكن أغلبها نجم عن تبدلات كياوية بدءًا من الغالينا . ويمكن تمييز هذا المعدن بوزنه (٨٦,٤٪ الرصاص الفلزى) من جهة وميله لأن يوجد على شكل مكعبات عادية متبلورة .

وتكون الغالينا عندما تعدن مشوبة بكثير من المادة المعدنية Gangue وبالعديد من الفلزات الأخرى وخاصة الزنك ، وقد تضم الفضة والأنتموان (الإثمد) والذهب وغير ذلك من فلزات ، لهذا يصعب أن يُعطى رقم أكيد وحقيقى عما يمكن أن تحتوى عليه الخامات من فلز الرصاص . بالإضافة إلى أن بعض التوضعات التى نجد فيها الغالينا تكون مبعثرة على شكل بقع صغيرة منعزلة متباعدة فى كتل واسعة من الصخور كالكلس ، بينما نجد غيرها بشكل أكثر تركيزًا حيث يمكن أن يحصَل على المعدن من العروق أو اللود Lodes . وعلى الرغم من هذا لا بد من تركيز الخامات فى معظم الحالات وذلك لرفع نسبة ما يضمه الخام من فلز قبل أن يمكن إرساله إلى أفران الإذابة .

أما المعدن الرئيسى الذى يحتوى على الزنك فهو السفاليريت Sphalerite أو الزنك بلند وهو اتحاد من الزنك والكبريت ، وقد تكون معادن الزنك الأخرى اشتقاقات للسفاليريت كما هو حال الرصاص . ومع الزنك قد نعثر على فلزات أخرى فى الزنك بلند كالكادميوم والذهب . وقد نجده مترافقًا مع الغالينا .

وتتراوح نسبة الفلز فى خامات الزنك بين ١٢,٢٪ لذلك يُضطر هنا أيضًا إلى تركيزه قبل أن تمكن معالجته .

## أولاً ـ التوزع الجغرافي لإنتاج الرصاص :

تنتشر خامات الرصاص بشكل واسع على سطح الأرض ، وفى كل قارة من قارات الكرة الأرضية نجد توضعات ذات قيمة حالية وكامنة منه . ولكن المنتجين الرئيسيين له ليسوا كثرًا ، ومن هؤلاء نجد أستراليا والاتحاد السوفياتى والولايات المتحدة وكندا والمكسيك والبيرو ويوغسلافيا وبريطانيا والمغرب (انظر شكل ٥٤) .

### ١ ـ أمريكا :

#### ( أ ) الولايات المتحدة :

بلغ إنتاج هذه البلاد فى السنوات الماضية بين ١٠ ـ ١٤٪ من الإنتاج العالمى من الرصاص ولكنها قامت بتصفية كميات أكبر من إنتاجها المحلى أو ما يعادل ١٥ إلى ٢٠٪ وذلك يعود إلى ضخامة الإستيراد . وقد بلغ مجموع إنتاج الولايات المتحدة من الرصاص حوالى (١٫٣) مليون طن وهو ما يزيد عن ٣١٪ من إنتاج العالم .

وأهم مراكز الإنتاج الأمريكية تقع فى جنوب شرق الميسورى يليها فى الأهمية ولاية إيداهو ثم أوتاوه وكولورادو وواشنطن وأريزونا إلا أنها جميعًا ذات إنتاج ضئيل .

ومن الملاحظ أن إنتاج خامات الرصاص من مناجمه فى الولايات المتحدة قد انخفض إنخفاضًا واضحًا فى العقود الثلاثة الماضية حتى أنه أصبح أقل من ربع حاجة الإستهلاك المحلى ، ولكن إمكانية استرجاع الكثير من رصاص الفضلات تمكن من التعويض إلى حد ما عن هذا النقص .

وتزيد كميات الرصاص الثانوى التى توفَّر بهذه الطريقة مرة ونصف المرة على ما يحصل عليه من المناجم ورغم ذلك تضطر هذه البلاد إلى استيراد كميات كبيرة تفوق مجموع إنتاج مناجمها منه .

ويسهِّل على هذه البلاد الحصول على الرصاص موقعها بين بلدين من أهم البلاد إنتاجًا له لها حدود مباشرة معها وهما كندا والمكسيك . إلا أن المستورَد منهما لا يكفيها ولذلك فهى تعمد إلى استيراد كميات منه من عدد من البلاد البعيدة عنها كالبيرو وجنوبى إفريقيا ويوغسلافيا وحتى أستراليا .

(ب) المكسيك :

ما إن جاء عام ١٩١٣ حتى كانت المكسيك تعتبر بلدًا مهمًا فى إنتاج الرصاص ومنذ ذلك التاريخ ازداد إنتاج المكسيك حتى أضحت تحتل مرتبة متقدمة بين الدول المنتجة فى العالم بإنتاج يزيد عمومًا على ١٣٠ ألف طن فى العام .

وتمول معظم صناعة الرصاص المكسيكية برؤوس أموال الاحتكارات الأمريكية ، لذلك يصدَّر إلى الولايات المتحدة نفسها بين ثلث ونصف الإنتاج السنوى .

(جـ) كندا :

يتركز أكبر قسم من الإنتاج هنا فى الجهات الجبلية الواقعة فى جنوب شرق كولومبيا البريطانية بالإضافة إلى مناجم أخرى نجدها فى يوكن Yukon فى نيوفاوندلند وبعض المناطق الأخرى .

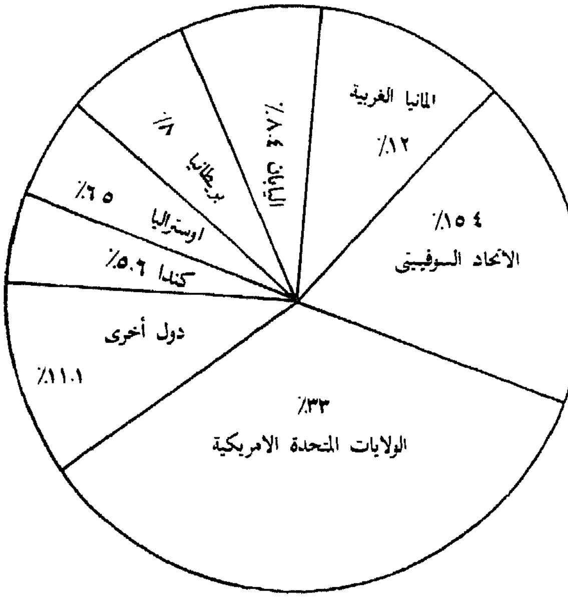
وقد كان لرؤوس الأموال الأوروبية والأمريكية وللصلات الإقتصادية الوثيقة بين كندا وبلاد الكومنولث الأخرى أكبر الأثر فى تنمية هذه الصناعة وتطورها كما أن توفر القدرة الرخيصة فى مناطق الإنتاج كان عاملاً هامًا ومساعدًا على قيام عمليات التعدين والإذابة . ولقد ثبت أن الإحتياطى الموجود يسمح القيام باستغلال مستمر تتراوح كميته بين ١٨٠ ــ ٢٠٠ ألف طن لمدة ٢٥ عامًا ، وإذا أثبتت أعمال التنقيب صحة هذا التقدير فستبقى كندا بغير شك واحدة من أهم الدول المنتجة للرصاص فى العالم (شكل ٥٥) . وقد بلغ إنتاجها عام ١٩٧٧ حوالى (١٨٧,٥) ألف طن محتلة بذلك المرتبة الثامنة بين دول العالم .

(د) البلاد الأخرى المنتجة فى نصف الكرة الغربى

تعتبر البيرو واحدة من أهم البلاد فى إنتاج الرصاص فى العالم الجديد ، وهى تصدر عادة قسمًا كبيرًا من إنتاجها إلى الولايات المتحدة ، أما الدول ذات الإنتاج الثانوى فهى الأرجنتين وبوليفيا .

**٢ ــ أوروبا :** يتميز الإنتاج الكلى للرصاص فى أوروبا (عدا روسيا) بأنه ضخم وكبير ، ويزيد عادة على إنتاج الولايات المتحدة حتى قد يصل إلى ضعفه فى بعض السنين .

ويتوزع الإنتاج الأوروبى بالطبع على عدد من البلدان أهمها يوغسلافيا وبلغاريا وإسبانيا والسويد وألمانيا الغربية وإيطاليا وبولونيا وفرنسا .




**شكل (٥٥) توزيع انتاج الرصاص عام ١٩٧٧م**

**٣ ـ استراليا:** ظلت أستراليا من أهم مناطق إنتاج الرصاص مدة طويلة من الزمن . أما اليوم فقد احتلت مجددًا المرتبة الأولى بين الدول المنتجة لهذا المعدن فى العالم . ومما لا شك فيه وجود كميات هائلة من الاحتياطى فى هذه البلاد وأهمها يقع فى منطقة جبل إيسا Mount Isa فى شمال غربى مقاطعة كوينزلاند وفى منطقة بروكن هيل Broken hill فى مقاطعة نيو ساوث ويلز ، لذلك كان استمرار أستراليا كبلد رئيسى فى إنتاج الرصاص أمرًا لا يشك فيه . وقد بلغ إنتاجها عام ١٩٧٧ (٢١٦٫٥) ألف طن محتلة المرتبة السادسة فى العالم فى الإنتاج النهائى العالمى .

**٤ ـ مناطق الإنتاج الأخرى فى العالم** على الرغم من تعدين الرصاص فى عدد من البلاد الآسيوية إلا أن إنتاج هذه القارة بمجموعها ضئيل نسبيًا يتفوق عليه غالبًا إنتاج القارة الإفريقية الذى تُسهم فيه بالدرجة الأولى كل من المغرب وجنوب غرب إفريقيا وأهم المنتجين الآسيويين اليابان وتركيا . أما فى الاتحاد السوفياتى فأهم الأقاليم إنتاجًا هى سفوح جبال الطاى Altay فى كازخستان الشرقية حيث يستخرج من خمسى إلى نصف إنتاج

الاتحاد السوفياتى فيها . وتقع مناطق الإنتاج الأخرى شمالى القوقاز وشمال طادجيكستان وفى جبال سيخوتا آلين Sikhota Alin فى الشرق الأقصى السوفياتى .

**التجارة العالمية :**

تعتبر بلاد أمريكا اللاتينية وكندا وأستراليا وإفريقيا المصادر الرئيسية لصادرات الرصاص . أما الولايات المتحدة وأوروبا فمن مناطق الإستيراد الأساسية . وتضطر معظم البلاد الاوروبية وخاصة بريطانيا وبلجيكا وهولندا بسبب ضآلة إنتاجها أو عدم وجود إنتاج فيها لإستيراد الرصاص . كما أن البلاد المنتجة كفرنسا وألمانيا بقسميها تستهلك أكثر مما تنتج لذلك فهى تضطر إلى استيراد الرصاص وإن كان على نطاق أضيق .

**مستقبل الرصاص :**

لطالما كانت استعمالات الرصاص متعددة بهذه الكثرة فى العالم الصناعى بشكل لا يستغنى عنه أى بلد فسيبقى الوضع الحاضر للتجارة الخارجية ثابتًا دون أن يصاب بأى تغيير جذرى فى المستقبل القريب .

## ثانيًا ـ التوزع الجغرافى لإنتاج الزنك

سبق أن بينا أن الزنك يوجد عادة مترافقًا Associated مع الرصاص وبنتيجة هذا الوضع يماثل توزع الزنك الجغرافى إلى حد بعيد توزع الرصاص ، وعلى الرغم من أن كميات الزنك المنتجة تختلف عن كميات الرصاص ، إلا أننا نجد أن الدول الست الرئيسية فى إنتاجه وهى اليابان والولايات المتحدة وكندا والإتحاد السوفياتى وبولونيا وألمانيا الغربية هى نفسها من الدول الرئيسية فى إنتاج الرصاص ولو أن ترتيبها من حيث الأهمية مختلف .

**( أ ) الولايات المتحدة**

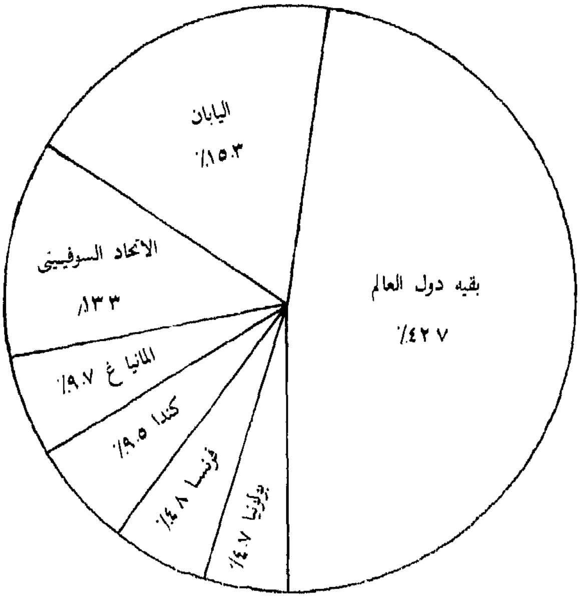
كانت الولايات المتحدة تحتل الدرجة الأولى بين الدول المنتجة للزنك فى العالم . وقد تغيرت مناطق التعدين فى هذه البلاد ، إذ أصبحت ولايتا تنسى ونيويورك أهم مراكز إنتاج الزنك فى هذه البلاد . أما فى الجبال الصخرية فيوجد الزنك على شكل خلائط تضم غالبًا الرصاص والفضة والذهب .

ولقد تراوح الإنتاج السنوى للزنك القابل للإسترجاع خلال العقد الماضى بين ٤٠٠ و٦٠٠ ألف طن ومع عظم هذا الإنتاج ومع كون هذه البلاد بلد الإنتاج الأول فى العالم لا تزال تستورد كميات كبيرة من الزنك من أجل استهلاكها الخاص من كل من كندا والمكسيك والبيرو . كما أن الزنك الثانوى يعتبر مصدرًا هامًا من مصادر الزنك اللازم لهذه البلاد ويسد الزنك الثانوى عادة سدس ١/٦ حاجة الإستهلاك الداخلى . وقد تراجعت الولايات المتحدة إلى المرتبة الرابعة من حيث الإنتاج الذى بلغ (٤٠٩.٧) ألف طن .

**(ب) البلاد الأخرى المنتجة للزنك فى نصف الكرة الغربى**

تقع أهم مناطق إنتاج الزنك الكندى فى نفس الجزء الذى يتم فيه تعدين الرصاص فى كندا أى فى كولومبيا البريطانية . كما تقوم مناجم النحاس القائمة فى غربى كويبك بإنتاج كميات لا بأس بها من الزنك بالقرب من بحيرة ابيتيبى Abitibi على حدود مانيتوبا وساسكاتشوان وكذلك فى نيوفاوندلند .

أما فى المكسيك وبيرو فيُعدن الزنك تقريبًا من نفس الأقاليم التى يعدن فيها الرصاص (شكل ٥٦) .




شكل (٥٦)
توزيع انتاج الزنك عام ١٩٧٧م

(جـ) أوروبا

يتميز الإنتاج الأوروبى من الزنك (عدا الاتحاد السوفياتى) بأنه إنتاج كبير . وهو يفوق عادة إنتاج الولايات المتحدة نفسها بل قد يزيد على الضعف . ويتوزع الإنتاج على بلدان عدة أهمها نفس البلدان التى سبق أن ذكرناها فى إنتاج الرصاص وإن كان ترتيبها من حيث الأهمية مختلف هنا أيضًا .

وتقع أهم مناطق الاستغلال فى سيليزيا العليا وهى الآن جزء من بولونيا وتنتج هذه المنطقة اليوم كميات من الزنك تفوق الرصاص . كما أن منطقة جبال الهارتس التى تعتبر من أقدم مناطق تعدين الزنك والرصاص فى أوروبا لا تزال تحتفظ بأهميتها بالنسبة للبلاد الألمانية حتى الآن .

أما الدول الثانوية فى الإنتاج فهى إيطاليا وإسبانيا والسويد وبلغاريا .

إن انتاج الزنك من خاماته لا يكاد يختلف كثيرًا فى الولايات المتحدة من حيث الكمية عن إنتاج أفران الإذابة . ولكن إنتاج أفران الإذابة الأوروبية يفوق كثيرًا إنتاج مناجمها حتى أن الكثير من البلاد التى لا تنتج أى خام تضم أراضيها أفرانًا للإذابة تعتمد على المستورد من المواد المركزة والخام . وتعتبر بلجيكا مثلاً واضحًا عن هذه البلاد إذ تقوم فى أرضها صناعة إذابة وتصفية قديمة أُسِّست على أساس ما كان موجودًا من خامات محلية قليلة فى أقليم مورسنيت Moresnet فى شمال شرق بلجيكا . وعندما أنهكت هذه المناجم أُجبرت هذه الصناعة على الاعتماد على المستورد من الخارج .

كذلك تقوم بريطانيا وهولندا بإذابة الخامات المركزة المستوردة فى حين تذيب كل من فرنسا وألمانيا الغربية كميات أكبر من إنتاجها المحلى فى أفران الإذابة الموجودة فيها .

وتأتى معظم المستوردات من بلاد ما وراء البحار من أمريكا الجنوبية وإفريقيا وأستراليا بالإضافة إلى ما يستورد من بعض البلاد الأوروبية كأسبانيا وإيطاليا والسويد ويوغسلافيا .

(د) مناطق الإنتاج الأخرى فى العالم :

تعتبر أستراليا المنتج الرئيسى للزنك فى الأقسام الباقية من الأرض ويجرى الإنتاج فى نفس مناطق تعدين الرصاص على الرغم من أن إنتاج الزنك هنا يفوق إنتاج الرصاص بكثير .

وتقوم الكونغو فى إفريقيا بإنتاج الكثير من الزنك فى منطقة إنتاج النحاس فى كاتنغا .

أما المغرب وجنوب غرب إفريقيا فإنتاجها من الزنك أقل أهمية من الرصاص والعكس صحيح تماماً بالنسبة لاتحاد روديسيا ـ نياسالاند والجزائر .

وفى آسيا تعتبر اليابان بلد الإنتاج الرئيسى بل هى المنتج الأول فى العالم إذ بلغ إنتاجها عام ١٩٧٧ (٨٠٥) ألف طن . أما فى الإتحاد السوفياتى فقد ازداد إنتاج الزنك باضطراد بعد الحرب العالمية الثانية بشكل جعل هذه البلاد تحتل المركز الثانى بين الدول المنتجة له (٧٢٠ ألف طن عام ١٩٧٧) .

وتوجد مراكز التعدين الرئيسية مترافقة مع مناطق تعدين الرصاص فى كازخستان الشرقية وشمال القوقاز والشرق الأقصى السوفياتى ، ومع مناطق تعدين النحاس فى الأورال الأوسط ، ويوجد فى الاتحاد السوفياتى عدد من المراكز الثانوية كالدونباس فى أوكرانيا ومنطقة عبر بايكال Transbaikalia .

**مستقبل الزنك :**

يعتبر الزنك بالإضافة إلى النحاس والرصاص فلزاً من أهم الفلزات غير الحديدية التى لا يمكن الاستغناء عنها بالنسبة لاقتصاد الآلة الحديث .

وبما أن هذا الإقتصاد مستمر فى النمو لذلك كان الطلب على الزنك (كالطلب على النحاس والرصاص) سيزداد كما سيزداد التنقيب والبحث عن توضعات جديدة يمكن استغلالها ، ومع ازدياد المستغل من هذه المعادن ستزداد الحاجة إلى حفظها وإدامة عمرها ما أمكن سواء من ناحية تحسين وسائل التعدين ، أو من ناحية الاستفادة من الفلز .

# الباب الثالث

## الصنـــاعة

الفصل الأول : الصناعة ومقوماتها .

الفصل الثانى : دراسة تطبيقية لبعض الصناعات .

# الفصل الأول

## الصناعة ومقوماتها .

## ١ ـ ٩ أنماط الصناعة

الصناعة بمعناها الواسع تشمل كل عمل يجرى تبديلاً أو تحويرًا فى شكل المادة الأولية لجعلها أكثر ملاءمة لحاجات الإنسان ورغباته ومتطلباته . وهى بذلك تمثل الصورة الاولية من صور استغلال الإنسان للموارد الطبيعية واخضاعها لمنفعته وتلبية حاجاته .

وقد تطورت الصناعة كحرفة بسيطة مع مرور الزمن ، فتفرعت وتعقدت وتنوعت آلاتها ، وتعددت أساليبها ، وكثر إنتاجها ، حتى وصلت إلى ما هى عليه فى الوقت الحاضر . ومن خلال مسيرة التطور الطويلة للصناعة يمكننا أن نلاحظ ثلاثة أنماط من الصناعات هى :

١ ـ الصناعات البدائية .

٢ ـ الصناعات البسيطة .

٣ ـ الصناعات الحديثة المتطورة .

١ ـ أما الصناعات البدائية فهى قديمة قدم الإنسان نفسه . فكل المجتمعات البشرية صغيرة كانت أم كبيرة مارست ، منذ القدم وحتى الآن ، عمليات التصنيع بدرجة أو بأخرى لسد الحاجات الضرورية للفرد والجماعة .

لقد مارس الإنسان حرفة الصناعة منذ العصور الحجرية عندما عمل على قطع وتشذيب أحجار الصوان ليصنع منها آلاته وأسلحته التى استعان بها للتغلب على مصاعب العيش وحماية نفسه من الأعداء . وفى مرحلة أكثر تقدمًا تمكن الإنسان من صنع الفخار وتشكيل الأخشاب والعظام . فأصبحت أدواته وأسلحته أكثر تنوعًا ، مما أعطاه القدرة على

إنتاج الغذاء بكميات أوفر وتكوين مجتمعات أكثر استقرارًا وتنظيمًا . وتطورت الصناعات البدائية بصورة كبيرة بعد اكتشاف النار والكشف عن بعض الخامات المعدنية . وهكذا استطاع أن يصهر المعادن وأن يستخدم بعض الخامات المعدنية فى صناعة الألوان وأدوات الزينة . وبعد أن كان الإنسان يصنع ثيابه وأثاث منزله من الجلود وأوراق الأشجار . تعرف على الألياف النباتية ، فصنع ملابسه وأثاثه وخيامه منها ومن أصواف وأوبار حيواناته . ثم تمكن من تصنيع المنتجات الحيوانية من حليب ولحوم وجلود . واستخدم دهون الحيوانات والأسماك والزيوت النباتية فى الإضاءة . وبنى السفن للملاحة ، والعجلات التى تجرها الحيوانات . وهكذا تطورت الصناعةشيئًا فشيئًا حتى أصبحت على ما هى عليه الآن .

وتعتمد الصناعات البدائية على الخامات المتوفرة محليًا وعلى المهارة اليدوية التى يكتسبها الصناع بالخبرة والمران ، ويتوارثها الأبناء عن الآباء . وهناك كثير من الصناعات البدائية التى تتطلب قدرة فائقة ودقة متناهية بحيث لا يمكن للآلات الميكانيكية منافستها من حيث الجودة والنوع . وقد حاولت بعض الدول الصناعية تقليد بعض هذه الصناعات اليدوية حتى تسد جانبًا من الطلب الكبير عليها . وتمكنت بعض الدول مثل ألمانيا من إنتاج نوع من السجاد شبيه بالأنواع الإيرانية ولكن أرخص كثيرًا فى أثمانها . وفى بعض الأحيان تنتشر الصناعات اليدوية فى بعض الدول المتقدمة كصناعات منزلية تعمل فيها النساء والأطفال وتعود على الأسرة بدخل إضافى . كما هو الحال فى صناعة حفر الخشب وصناعة الألعاب فى سويسرا وإيطاليا واليابان . أو كصناعة بعض المنسوجات الصوفية فى كشمير . وصناعة السجاد فى تركيا وإيران ، وصناعة التحف والحفر على المعادن ، وتطعيم المصنوعات الخشبية والجلدية فى مصر والجزائر والمغرب . وتحتفظ مثل هذه المصنوعات بطابعها القديم وتصميمها الجميل ، وأصبحت تعرف باسم المنتجات الصناعية السياحية .

وتتميز الصناعات البدائية عن الصناعات الحديثة بقلة الإنتاج ، ونقص رأس المال . وضيق الأسواق بسبب مزاحمة المنتجات الصناعية الحديثة البديلة . غير أن بعض هذه الصناعات ينفرد بجودته ونوعيته مما حماها من الانقراض .

إن ظهور الصناعة الحديثة الميكانيكية قد قضى على كثير من الصناعات البدائية (الصناعات الفخارية ، صناعة الملابس التقليدية ، صناعة خيام السفر ...) وقلل من إنتاج بعضها الآخر ، بينما استفادت صناعات أخرى من منتجات الصناعات الحديثة

ومصادر الطاقة العصرية فتحسن إنتاجها وأصبح أكثر جودة (كصناعة الأصبغة . وتطعيم الأخشاب والمعادن) .

٢ ـ الصناعات البسيطة : وهي صناعات وسط بين الصناعات البدائية والصناعات الحديثة . وهي تتواجد في بعض البلدان التي تطورت فيها الصناعات البدائية . أو حيث يصبح هذا النوع من الصناعات ضروريًا بسبب كثرة المواد الخام . وعدم القدرة على تصريفها بحالتها الطبيعية . أو أن تصديرها بصورتها الطبيعية لن يكون مربحًا . ونذكر من هذه الصناعات : تحضير وتغليف الفواكه ، تجفيف وحفظ الخضروات والفواكه ، تعليب اللحوم والأسماك ، طحن الحبوب ، قطع الأخشاب ، تركيز الخامات المعدنية وصهرها . وحلج الأقطان .

وتتميز الصناعات البسيطة بوجه عام بأنها صناعات تستخدم مواد أولية محدودة وأغلبها من أصل محلي . وتصنع مثل هذه المواد غالبًا بالقرب من مصادر إنتاجها . إما لأنها خامات ثقيلة الوزن يصعب تصديرها بحالتها الأصلية . أو لأنها خامات سريعة العطب تتلف أو تفقد بعض صفاتها بالنقل أو بالتخزين الطويلين ، أو لأنها خامات ذات أثمان منخفضة لا تتحمل تكاليف النقل المرتفعة . والصناعات البسيطة المعتمدة على الخامات الزراعية غالبًا ما تكون موسمية في إنتاجها تبعًا لموسم ظهور الإنتاج الزراعي . وهي بذلك تتطلب عددًا كبيرًا من الأيدي العاملة في فترة قصيرة . ويشجع مثل هذا العمل المؤقت على استخدام العمال غير المدربين .

وإنتاج الصناعات البسيطة قليل نسبيًا ، كما أن رأس المال المستثمر فيها قليل أيضًا . إلا إذا كانت الصناعة البسيطة تعالج كميات كبيرة من الخامات الأمر الذي يؤدي إلى استثمار رأس مال ضخم .

٣ ـ الصناعات الحديثة : ظهرت هذه الصناعات وازدهرت بعد اكتشاف قوة البخار والتوسع في استخدامها في إدارة الآلات في القرن الثامن عشر . وكان ذلك بداية لما سمي بعصر الثورة الصناعية . وكانت صناعة الحديد من أهم الصناعات التي ارتبطت بالثورة الصناعية . وكانت بذلك بداية التوسع في الصناعات المعدنية والهندسية . كما كان تقطير الفحم لتوفير الوقود اللازم بداية للتوسع في الصناعات الكيماوية . كما كان التوسع في

استخدام الفحم وفى صناعة المعادن سببًا فى تطور وسائل النقل تطورًا كبيرًا . فاستخدم البخار فى إدارة السفن فى عام (١٨٣٠) . وعرفت السكك الحديدية وتطور النقل البرى واستمر هذا التطور حتى الآن . ولا شك أن التطور فى وسائل النقل كان دفعة قوية للتطور الصناعى ، لأنها ربطت بين مناطق الخامات والوقود من ناحية وبين مناطق الصناعة من ناحية أخرى . وربطت بين هذه الأخيرة وبين أسواقها القريبة والبعيدة على السواء .

وقد بدأ التطور الصناعى الحديث فى الجزر البريطانية حيث توفر الفحم فى كثير من مناطقها . ومن بريطانيا انتشرت الصناعة إلى الدول الأوروبية القريبة وخاصة فى المناطق التى يتوفر فيها الفحم . ولذلك يعتبر غربى أوربا أقدم منطقة صناعية فى العالم . وقد نقل المهاجرون الأوربيون طرق ووسائل الصناعة الحديثة إلى أمريكا الشمالية ، وأصبحت الولايات المتحدة الأمريكية أهم منطقة صناعية فى العالم ، على الرغم من حداثة عهدها بالنسبة إلى غربى أوربا .

وخلال نصف القرن الماضى بدأ احتكار أوربا الغربية والولايات المتحدة للصناعات الحديثة يزول بعد أن انتشرت هذه الصناعة فى الاتحاد السوفيتى ودول وسط وشرق أوربا واليابان والصين والهند وبعض دول إفريقية وأمريكا اللاتينية كالبرازيل والأرجنتين والشيلى وجنوب إفريقية ومصر والجزائر والمغرب . ومع ذلك فإن الدول خارج أوروبا وأمريكا الشمالية واليابان والاتحاد السوفياتى لا تزال فى مراحلها التصنيعية الأولى .

ويُنظر إلى الصناعة فى الوقت الحاضر على أنها من أهم الوسائل التى تؤدى إلى رفع مستوى المعيشة ، وامتصاص عدد كبير من الأيدى العاملة المتعطلة . ولذلك اهتمت بها أكثر دول العالم .

ولم تعد الصناعة فى الوقت الحاضر قوة اقتصادية فحسب ، بل أصبحت سلاحًا سياسيًا تمارسه الدول الصناعية الكبرى للضغط على الدول المنتجة للمواد الأولية . أما الدول الحديثة العهد بالاستقلال فتتجه نحو الصناعة بكل إمكاناتها لتقوى من استقلالها السياسى ببناء اقتصاد متكامل متين ، واستيعاب القوى العاملة الفائضة ، وخاصة فى الدول التى يتزايد عدد السكان فيها بنسبة تفوق الزيادة فى المساحة الزراعية ، مما يقلل من نصيب الفرد من الأرض المزروعة ويخفض بالتالى مستوى المعيشة .

ويمكن تصنيف الصناعات الحديثة فى المجموعات الكبرى التالية :

١ ـ الصناعات المعدنية : وهى نوعان

( أ ) صناعات ثقيلة ، كصناعة الحديد والصلب ، وإنتاج المصانع .

(ب) الصناعات التحويلية أو الهندسية ، كصناعة السيارات ، والأدوات المعدنية المنزلية ، وصناعة الأدوات الكهربائية ، والآلات الزراعية وغير ذلك كثير .

٢ ـ الصناعات الكيماوية : كصناعة الأسمدة ، والأحماض ، والأدوية ، والصابون والدهانات ، والأصبغة وغيرها .

٣ ـ صناعة إنتاج الطاقة : مثل تكرير البترول ، وإنتاج الكهرباء والبخار .

٤ ـ الصناعات النسيجية : غزل القطن والصوف والحرير والألياف التركيبية ، وصناعة الأنسجة المختلفة وصناعة الألبسة الجاهزة .

٥ ـ الصناعات الغذائية : مثل صناعة الحلويات ، والمشروبات ، والمعلبات ، ومشتقات الإنتاج الحيوانى من الألبان ، واللحوم ، والمعجنات .

٦ ـ الصناعات الاستخراجية : كصناعة إنتاج البترول الخام ، واستخراج الفوسفات والملح الصخرى ، والأسفلت الطبيعى .

## ٢ ـ ٩ عوامل قيام الصناعة :

تقوم الصناعات الحديثة وتزدهر إذا توفرت لها العوامل الرئيسية التالية :

**أولاً ـ القوى المحركة** : تعد موارد الطاقة وخاصة الفحم والنفط والكهرباء المائية عصب الصناعة الحديثة .

فالثورة الصناعية قامت على أساس التوسع فى استغلال قوة البخار لإدارة الآلات . وتختلف حاجة الصناعة من موارد الطاقة تبعًا لتوفر هذه الموارد وتبعًا لتكاليف استغلالها ونوعية المادة الأولية المصنعة . فى صناعة صهر المعادن يشتد الطلب على الطاقة الحرارية . أما فى بعض الصناعات الأخرى كصناعة النسيج فالقوة المحركة هى المطلوبة . وفى بعضها الآخر ، كصناعة الألمنيوم ، يتزايد الطلب على الكهرباء لعمليات التحليل الكهربائى .

وتختلف الصناعات فيما بينها من حيث استهلاكها لموارد الطاقة . فصناعة النسيج والجلود والدباغة وصناعة المواد الغذائية ، وصناعة الطباعة والنشر وصناعة وسائل

النقل تحتاج إلى كميات قليلة من موارد الطاقة . بينما تتضاعف نسبة استهلاك الطاقة فى صناعة عجينة الورق والزجاج والأسمنت والحديد والصلب والألمنيوم وبعض الصناعات الكيماوية .

ويمكن القول أنه ليس من الضرورى أن تتركز الصناعات التى تحتاج إلى كثير من الوقود والقوى المحركة بالقرب من موارد الطاقة . بل قد تتركز بالقرب من الأسواق أو المواد الأولية ، لكن توفر موارد الوقود والقوى المحركة قريبًا منها أمر على جانب كبير من الأهمية . كما أن سهولة اتصالها بهذه الموارد بتكاليف نقل رخيصة ضرورى للغاية .

**ثانيًا ـ المواد الخام:** وهى كثيرة العدد ومتنوعة المصادر والأشكال ، ويمكن تقسيمها إلى المجموعات التالية :

١ ـ المواد الأولية الزراعية : وهى إما مواد نباتية كالفواكه والخضار والحبوب والمحاصيل الصناعية (قصب السكر ، شوندر سكرى ، قطن ، كتان) والمنبهات (الشاى ، البن) ، أو مواد حيوانية كالصوف والوبر ، والألبان واللحوم والجلود والأسماك .

٢ ـ المواد الأولية المعدنية : مثل فلزات الحديد والنحاس والرصاص والزنك . وهى مواد ثقيلة الوزن كبيرة الحجم . وفى مثل هذه الحالة فمن الأفضل تركيز الخامات وصهرها بالقرب من المناجم .

٣ ـ المواد الأولية المعدنية غير الفلزية : مثل خامات الفوسفات والبوتاس والكبريت وملح الطعام والرمال وأحجار الكلس وغيرها . وهى خامات تدخل بكميات كبيرة فى الصناعة لذلك فإن نقلها يتطلب نفقات كثيرة ولذلك تُقام المصانع بالقرب من المناجم والمحاجر .

٤ ـ المواد نصف المصنعة : كالزيوت ، والخيوط النسيجية وكتل الحديد الزهر ، والمشتقات البترول الناتجة عن التكرير وما إلى ذلك . فهذه المواد إذا استهلكت مباشرة اعتبرت مادة كاملة الصنع كالزيوت والمشتقات البترولية (بنزين ، كيروسين ، مازوت) ، وإذا دخلت فى صناعات أخرى كالصناعات الكيماوية أو الدهانات أعتُبرت من المواد الخام .

وليس من الضرورى أن تقوم الصناعات بالقرب من مناطق إنتاج المواد الخام . إذ غالبًا ما تحتاج الصناعة إلى أكثر من مادة خام واحدة .

**ثالثًا ـ رأس المال**: تستخدم الصناعات الحديثة آلات معقدة غالية الثمن ، كما تستعمل كميات ضخمة من الوقود والمواد الأولية وأعدادًا كبيرة من العمال وكلها تستدعى توفر رأس المال . ويتوفر رأس المال فى بلد ما من الإدخار ، وهو الفرق بين مجموع الإنتاج ومجموع الاستهلاك . ويزداد الادخار تراكمًا إما بتقليل الاستهلاك أو بزيادة الإنتاج أو بالعاملين معًا . وتزداد القدرة على الادخار لدى الشعوب التى يرتفع فيها مستوى المعيشة والتى يزيد فيها دخل الفرد . وهذا يؤدى إلى تكوين رأس المال الذى يمكن استخدامه واستثماره فى التطور الصناعى . كما أن الصناعة بدورها تزيد من فرصة إمكانية تكوين المزيد من رأس المال لإنشاء صناعات جديدة .

**رابعًا ـ الأيدى العاملة**: يعد توفر العمال أحد العوامل الرئيسية فى قيام الصناعات وتطورها وفى توزيع مراكز الصناعة . ومع ذلك فإن بإمكان العمال أن يهاجروا نحو الصناعة مهما كانت ، وفى أية منطقة اقيمت ، إذا كانت الأجور مرتفعة . وتأثير العمال فى الصناعة يتمثل فى مدى توفر العمال من الناحية العددية ومدى توفر العمال من ناحية المهارة الفنية . واختيار موقع الصناعة فى مناطق العمال يوفر على أصحاب المصانع إنفاق رأس المال فى الإسكان والمياه والكهرباء والخدمات والمدارس والنقل العام وغير ذلك .

**خامسًا ـ الأسواق**: كل صناعة تعمل من أجل توفير الحاجات الإستهلاكية لسكان البلد الموجودة فيه أولاً ثم لسكان البلدان المجاورة والبعيدة . ولكى تستثمر الصناعة فى الإنتاج لابد من تصريف هذا الإنتاج داخليًا وخارجيًا . وقد اتبعت الدول الحديثة التصنيع سياسة الحماية الجمركية لحماية منتجاتها الصناعية فى السوق المحلية . ويمكن القول إن الحماية الجمركية لابد منها فى المراحل الأولى من التصنيع لمنع المنافسة الخارجية ودفع المصانع المحلية نحو التطور . وتعتمد الصناعة الحديثة اعتمادًا كبيرًا على توفر وسائل النقل وسرعتها ورخص تكاليفها لتتمكن من الحصول على الخامات والوقود ، أو لتصريف الإنتاج . ذلك أن الخامات والسوق قد يبتعدان بعضهما عن

بعض وعن مراكز الصناعة فى كثير من الحالات مما يجعل التقليل من تكاليف النقل عملية ضرورية لخفض تكاليف الإنتاج .

# الفصـــل الثـــانى

# دراسة تطبيقية لبعض الصناعات

## ٣ ـ ٩ صناعة تكرير النفط الخام

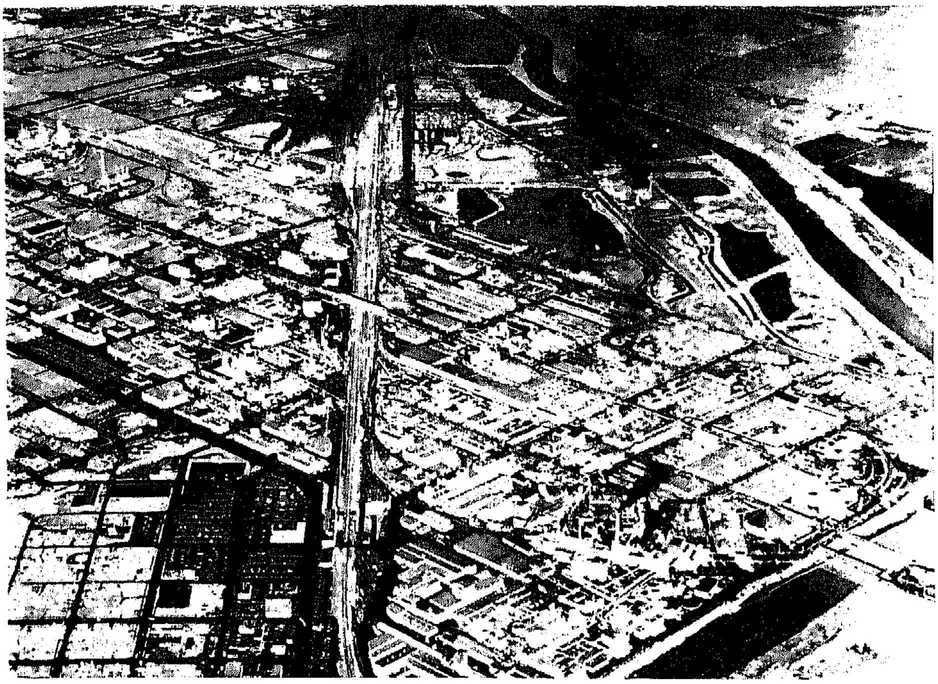
يقصد بالتكرير العمليات المختلفة التى تجرى على النفط الخام لتحويله إلى مشتقات قابلة للاستهلاك كالغاز والبنزين والكيروسين ووقود الطائرات والمازوت (زيت الديزل) وزيت وقود الصناعة والزفت .

لقد عرف الإنسان البترول واستخدمه كمصدر للطاقة فى عام ١٨٥٩ . ولم تمض مائة وثمانى عشرة سنة حتى أصبح إنتاج البترول الخام (٣٠٤٨) مليار طن ، متفوقًا بذلك من حيث الوزن على كل المنتجات الزراعية ، والمنتجات المعدنية بما فيها الفحم ، وأصبح على رأس قائمة المنتجات العالمية بسرعة مذهلة .

إن صناعة تكرير النفط من الصناعات الفنية المعقدة والمتطورة تقنيًا ، وهى تحتاج إلى رؤوس الأموال الضخمة وتدر أرباحًا عالية . لذا نجد أن الدول المتطورة اقتصاديًا وصناعيًا تعمل جاهدة على توسعتها لضمان تطور اقتصادها ومجتمعاتها بالإضافة إلى توفير احتياجاتها من الطاقة . وتحصل الدول المصنعة والمستهلكة للنفط الخام على أرباح من هذه الصناعة تزيد على ثلاثة أمثال الثمن الذى تتقاضاه الدول المنتجة للنفط الخام والمصدرة له .

وفى بداية معرفة الإنسان للبترول كان استهلاكه يقتصر على استخدام الكيروسين فقط للإضاءة ثم التخلص من بقية المنتجات الأخرى . وهكذا نشأت صناعة التكرير عند حقول النفط الخام . ولكن التطور التكنولوجى المتوالى فى شتى مجالات الصناعة وخاصة اختراع المحرك ذى الاحتراق الداخلى عام ١٨٦٠ واستخدامه كمحرك للنقل فى بداية القرن العشرين أحدث انقلابًا هائلاً فى صناعة تكرير البترول . فقد جذبت الأسواق الاستهلاكية هذه الصناعة بعيدًا عن حقول الإنتاج ، نظرًا لسهولة نقل النفط الخام وتخزينه من جهة ، ونظرًا لأن عملية التكرير قد أعطت مشتقات أمكن الاستفادة منها فى شتى النواحى الصناعية بدلاً من الاقتصار على الكيروسين والشحومات . وزاد فى استهلاك المشتقات النفطية وجذب السوق لصناعة التكرير اختراع محرك الديزل ، حيث أصبح (الفازاويل) أو المازوت أو (زيت الديزل) المصدر الأساسى للطاقة فى السفن والقاطرات وسيارات النقل وحتى السيارات الصغيرة ثم فى تدفئة البيوت ، وتوليد الطاقة الكهربائية الحرارة ، وضخ المياه والطاقة المحركة فى كثير من المصانع . ثم جاءت الصناعة الكيميائية المرتبطة بالبترول والمعروفة بالبتروكيماويات وتطورت بسرعة بعد الحرب العالمية الثانية مما زاد فى

استهلاك البترول وتطور صناعة التكرير والاستفادة من كل المشتقات البترولية .



شكل (٥٧)
جزء من مصنع للكيماويات ـ مشيغان ـ الولايات المتحدة

ومن أهم مميزات صناعة النفط بشكل عام من الإنتاج إلى التكرير والتوزيع أن ثمانى شركات عالمية كبرى تسيطر على غالبية الإنتاج والتكرير العالمى : منها خمس شركات أمريكية هى ستاندر أويل أف كاليفورنيا (ستانكال) ، وستاندر أويل أف تكساس (تكساكو) ، وستاندر أويل أف نيوجرسى (اسو) وسوكونى فاكوم ، وجلف أويل . ثم تأتى شركة رويال دتش شل (شل) البريطانية الهولندية ، وشركة برتش بتروليوم (ب ب) البريطانية ثم شركة البترول الفرنسية الحكومية . والنظام الأساسى فى الإنتاج لهذه الشركات الكبرى هو النظام التكاملى الرأسى : أى امتلاك أو تأجير كل وسائل إنتاج النفط الخام والنقل والتكرير ثم توزيع المشتقات البترولية النهائية . وفى الخمسينات من هذا القرن كانت هذه الشركات تمتلك نحو ٩٠٪ من صناعة البترول فى العالم .

ومنذ فترة بسيطة بدأت كثير من دول العالم تتحرر شيئًا فشيئًا من سيطرة هذه الشركات ، فقامت فى مختلف بلدان العالم شركات حكومية وأهلية تساهم فى البحث عن البترول وإنتاجه وتكريره وتوزيعه . وزادت الدول البترولية المنتجة من طاقة معاملها التكريرية وأصبحت تزيد عن حاجات الاستهلاك المحلى وتساهم فى تصدير المشتقات البترولية .

## توزيع صناعة تكرير النفط

بلغت طاقة المصافى النفطية فى العالم عام ١٩٧٧ حوالى (٣٣٠٣) مليون طن موزعة على القارات كمايلى :

| | | |
|---|---|---|
| أمريكا الشمالية | : | ١١٩٣,١٤٥ مليون طن . |
| أوروبـــا | : | ١١٢٩,٦١٠ مليون طن . |
| آســـيا | : | ٦٦١,٢٦٠ مليون طن . |
| أمريكا الجنوبية | : | ٢٠٢,٤٧٥ مليون طن . |
| إفريقيـــا | : | ٧٦,٠٦٠ مليون طن . |

أى أن الأقاليم البارزة فى طاقة التكرير العالمية هى أمريكا الشمالية وأوروبا . فأمريكا الشمالية تنتج حوالى ٣٦٪ من إنتاج العالم ، يخص الولايات المتحدة منها حوالى ٩٢٪ . والولايات المتحدة هى أول دولة فى العالم فى إنتاج المشتقات النفطية وأكبر مستهلك لها ، وطاقتها التكريرية تفوق ضعف طاقتها من انتاج النفط الخام .

أما ما يخص أوروبا فهو موزع بين الاتحاد السوفياتى والدول الشيوعية ودول أوروبا الغربية . وتزيد طاقة معامل التكرير فى أوروبا الغربية عن (٧٥٠) مليون طن أو نحو ٢٢٪ من طاقة التكرير العالمية . ويمكن القول إن أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية تضمان ٥٨٪ من طاقة تكرير البترول الخام فى العالم ، مع العلم أن إنتاج المنطقتين من البترول الخام لا يزيد عن ٢١٪ من إنتاج العالم (بما فى ذلك المكسيك) .

وتأتى الكتلة الشيوعية فى المرتبة الثالثة إذ تقدر طاقة مصافيها بحوالى (٦٦١) مليون طن ، يوجد ثلاث أرباعها فى الاتحاد السوفيتى .

ونميز فى آسيا كتلتين متميزتين فى إنتاج وتكرير البترول : أولها كتلة الشرق الأقصى




شكل (٥٨)
المناطق الرئيسية لإنتاج الغاز الطبيعي

وهى قليلة الإنتاج ولـكنها ذات طاقة تكريرية عالية . إذ تقدر طاقة مصافيها بحوالى (٣١٠) مليون طن . يخص اليابان منها نحو (١٨٥) مليون طن .

أما الكتلة الثانية فهى الشرق الأوسط أكبر منتج ومصدر للنفط الخام فى العالم . لكنه لا يملك أكثر من ٤.٣٪ من طاقه تكرير البترول فى العالم . بسبب قلة استهلاك دول المنطقة للمشتقات البترولية . وعدم تطور الصناعات البتروكيماوية وعيرها من الصناعات الحديثة فى المنطقة .

وما ينطبق على منطقة الشرق الأوسط ينطبق على قارة إفريقيا التى تنتج (١٠٪) من البترول الخام ولا تملك سوى (٣.٥٪) من طاقة تكرير البترول الخام ، فالقارة السوداء هى أفقر القارات (رغم غناها الطبيعى) وأكثرها تخلفًا . وأكثرها تمزقًا من الناحية السياسبة .

أما أمريكا الجنوبية فقد تطورت فيها صناعة تكرير النفط فى السنوات الأخيرة وأصبحت فنزويلا تكرر أكثر من نصف إنتاجها من النفط الخام فى أراضيها ، فهى أول دولة فى إنتاج وتكرير البترول فى المنطقة (تبلغ طاقة مصافيها نحو ٦٥ مليون طن) . كما

أنشأت البرازيل والأرجنتين عدة مصافى لتكرير البترول تفوق طاقتها حاجة الاستهلاك المحلى .

## ٤ ــ ٩ الصناعات المعدنية

تقسم الصناعات المعدنية إلى كثير من التقسيمات والتصنفات . فأحيانًا تقسم إلى صناعات ثقيلة وأخرى خفيفة . أو تقسم إلى صناعات أساسية وصناعات هندسية . أو إلى صناعات ثقيلة وصناعات تحويلية .

وغالبًا ما يقصد بالصناعات الثقيلة أو الأساسية تلك الصناعات التى تقوم بتحويل فلزات المعادن إلى مواد نصف مصنَّعة . كتحويل فلزات الحديد إلى كتل الحديد الصب والفولاذ . ثم تحويل هذه الكتل بدورها إلى ألواح أو قضبان أو أسلاك أو أنابيب وصفائح أو دعائم أو محركات أو قاطرات السكك الحديدية وآلات المصانع الضخمة .

أما الصناعات الهندسية أو الخفيفة أو التحويلية فتهدف إلى تحويل المواد نصف المصنَّعة إلى آلات وأدوات يستفيد منه الإنسان مباشرة . ولهذا النوع من الصناعات فروع وشعب متعددة . فمنها صناعة وسائل النقل (سفن ــ قاطرات وسكك حديدية ــ وصناعة السيارات والطائرات) ، والصناعات الميكانيكية ، والصناعات الكهربائية .

وقد نمت الصناعات المعدنية بفروعها المختلفة نموًا مذهلاً خلال القرن الحالى . فى عام ١٨٩٥ لم يكن فى الولايات المتحدة سوى أربع مركبات مزودة بالمحركات ازدادت إلى أكثر من ٢٥٠ مليون فى الوقت الحالى . وفى صناعة السفن ارتفعت حمولة الأسطول التجارى العالمى من بضعة ملايين من الأطنان إلى أكثر من (١٦٠) مليون طن خلال هذا القرن . وبالمثل زاد النمو فى الصناعات الكهربائية أسرع من غيرها وانتشرت فى كثير من بلدان العالم نتيجة لسهولة تصنيعها وازدياد استخدام الأدوات الكهربائية فى الصناعة ذاتها وفى المنازل ، كالحسابات ، والراديو ، والمسجلات ، والتلفزيون ، والغسالات ، والثلاجات وغيرها كثير جدًا .

وتبدى الصناعات الميكانيكية تنوعًا كبيرًا فى إنتاجها وفروعها مثل صناعة آلات التعدين والنسيج والطباعة والمحركات وآلات إنتاج الأدوات والعدد المستخدمة فى الصناعة . ونظرًا لأهمية الصناعة فى هذا المجال فيلاحظ سيادة التخصص فيه . فهناك شركات تتخصص فى

إنتاج نوع من المحركات (بنزين أو ديزل) . أو بعضها يتخصص فى إنتاج نوع خاص من الآلات الكاتبة . أو الآلات البصرية . أو التليفزيونات والأدوات الكهربائية الأخرى . أو الساعات .. الخ . وقد اشتهرت بعض الشركات شهرة عالمية فى إنتاج سلعة معينة مثل شركة إلكترولوكس السويدية (منظفات ومكانس كهربائية). وشركة زايس الألمانية (العدسات) أو شركة سيب الفرنسية (الطناجر البخارية) أو شركة أوميجا للساعات السويسرية وغير ذلك .

وسنحاول دراسة فرع جديد من فروع الصناعة المعدنية الهامة وهو صناعة السيارات بعد أن تعرضنا فى فصل سابق لدراسة صناعة الحديد والصلب .

تمثل السيارة الحالية بأشكالها العديدة . وأحجامها المختلفة حصيلة خبرات طويلة وجهود مضنية أسهمت فيها عقول كثيرة جدًا فى أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية . فنى أوائل عام ١٨٦٥ صنع سيجفريد ماركوس Sieg Fried Markus فى النمسا أول عربة تسير بواسطة البنزين . ثم أدخلت عليها تحسينات فى ألمانيا وفرنسا .

ومنذ عام ١٩٠٨ . بدأ إنتاج السيارات بأعداد كبيرة وأسعار رخيصة . ولم تقتصر صناعات السيارات على البلدان الأوروبية والولايات المتحدة ، بل ظهر منتجون آخرون فى آسيا . بل لقد أصبحت اليابان المنتج الأول للسيارات فى العالم . وأصبحت القارات الخمس سوق السيارة اليابانية من غير منازع .

يشترك فى صناعة السيارة عدد كبير من المنتجات الصناعية المختلفة وخاصة أنواع معينة من الصلب والألومنيوم . والإطارات . والأجهزة والتركيبات الكهربائية والفرش الداخلى . والصناعات البلاستيكية .. الخ . وقد ترتب على هذا أن الموقع الأفضل لصناعة السيارات هو الأقرب من مناطق الصناعات المعدنية الثقيلة والصناعات الهندسية الخفيفة . ومن جهة أخرى فإن صناعة السيارات تحتاج إلى مساحات كبيرة من الأرض لبناء المصانع ومخازن ومستودعات لأدوات التصنيع والسيارات المنتجة المعدة للبيع . وهذه المساحات لا تتوافر داخل مناطق الصناعات المعدنية الأخرى . لذلك فصناعة السيارات تميل إلى التمركز بالقرب من وسائل النقل الرخيصة وخاصة النقل النهرى والبحرى أو النقل بالسكك الحديدية . وبهذه الوسائل تستطيع صناعة السيارات أن تقيم منشآتها فى مناطق واسعة ورخيصة الثمن فتستورد ما تحتاج إليه من مواد وأدوات وتصدر إنتاجها بأقل التكاليف .

## صناعة السيارات فى الولايات المتحدة الأمريكية

تشكل منطقة بحيرة لور Lower Lake بنقلها المائى الرخيص وحسن تزويدها بالمعادن والأخشاب ، مكانًا طبيعيًا لهذه الصناعة . أضف إلى ذلك الطرق المائية العظيمة التى تشكلها البحيرات العظمى ، فهى تملك أيضًا نقلاً جيدًا بالسكك الحديدية . تربط سانت لويس وشيكاغو مع فيلادلفيا ونيويورك وبوسطن ومونتريال ومدن أخرى كبيرة فى الشرق . كما تقع هذه المنطقة بالقرب من مراكز تجمع السكان فى قارة أمريكا الشمالية وهو عامل ذو أهمية حيوية .

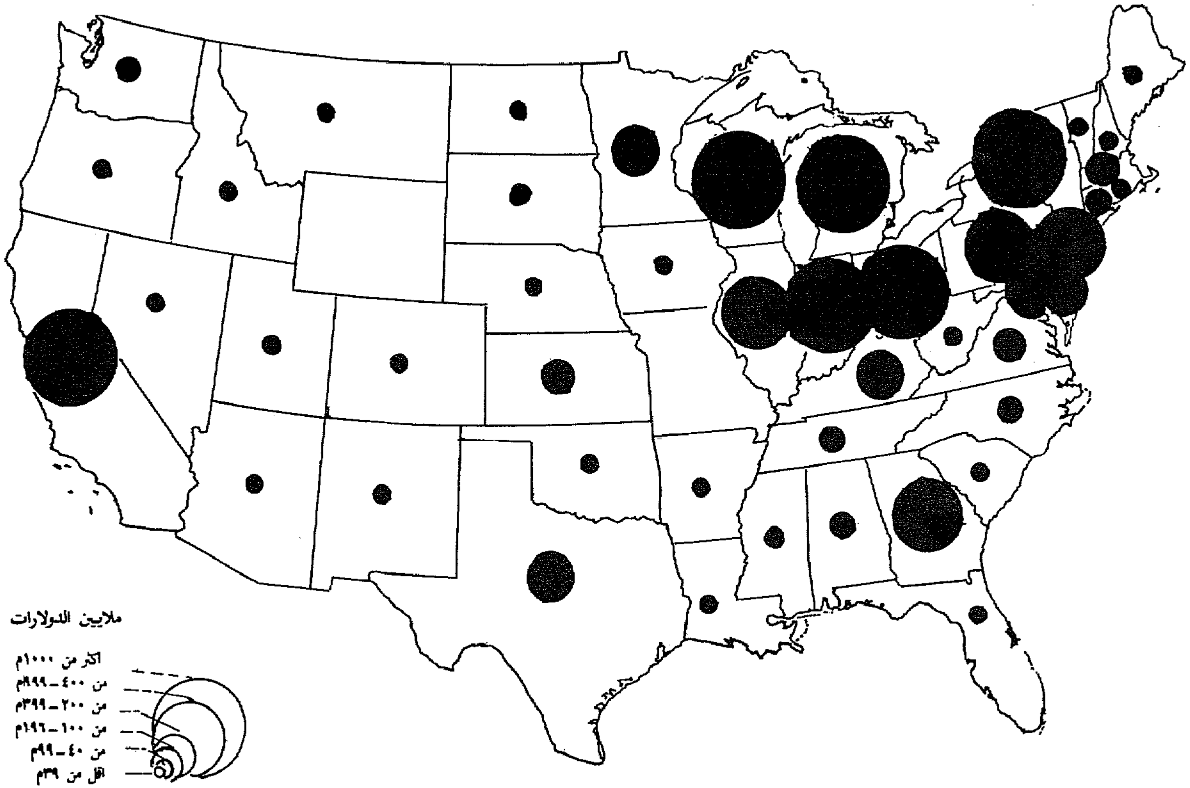
لقد نشأت صناعة السيارات فى منطقة ديترويت مشكلة مثلثًا يمتد شرقًا حتى بفلو ، وغربًا حتى شيكاغو وميلوكى ، وجنوبًا حتى سنسناتى . ونظرًا لوقوع هذه المدن داخل نطاق صناعى كثيف فإن الحصول على أراضى جديدة للصناعة المتوسعة قد أصبح مكلفًا . مما دفع صناعة السيارات إلى عبور الحدود السياسية وتشييد المزيد من المصانع فى مواجهة ديترويت وأجزاء أخرى من جنوب كندا ، حيث يمكن الحصول على أراضى ملائمة لاحتياجات الصناعة والنقل .

وعلى الرغم أن منطقة ديترويت تقع فى مكان ممتاز بالنسبة للنقل المائى ، إلا أن غرب وجنوب الولايات المتحدة يقعان بعيدًا عن هذه الطرق المائية . ولهذا نجد صناعة تجميع لسيارات تخرج خارج هذا المكان الاحتكارى وتقيم مراكز لها فى كاليفورنيا والولايات الجنوبية لتقليل أعباء النقل الحديدى والبرى .

وتسيطر ثلاث شركات رئيسية فى الولايات المتحدة على إنتاج السيارات : جنرال موتورز ، وفورد ، وكريزلر . وهى تنتج معا ٩٠٪ من السيارات الأمريكية . وشركة جنرال موتورز هى أكبر هذه الشركات الثلاث . وهناك شركة رابعة هى أمريكان موتورز التى تنتج أقل من ١٠٪ من السيارات الأمريكية . وفضلاً عن تحكم الشركات الثلاث الرئيسية فى الإنتاج الأمريكى ، فإن لكل منها أسهمًا كبيرة فى شركات صناعة السيارات الأوروبية .

وتعد صناعة السيارات من أعظم الصناعات فى الولايات المتحدة إذ تستهلك ٢٤٪ من جملة إنتاج الصلب فى البلاد ، ويشتغل بها ٤٪ من مجموع الأيدى العاملة .

بلغ إنتاج العالم من السيارات فى عام ١٩٦٥ حوالى (١٩) مليون سيارة صغيرة و (٥٫٢) مليون سيارة كبيرة للنقل . وقد احتلت الولايات المتحدة المركز الأول بانتاج بلغت نسبته ٥٠٪ من إنتاج العالم من السيارات الصغيرة و ٣٠٪ من سيارات النقل الكبيرة .




شكل (٥٩)
صناعة السيارات وتجهيزاتها
بالقيمة المضافة حسب الولايات ١٩٧٨م

أما اليابان فقد احتلت المركز الخامس بالنسبة للسيارات الصغيرة (٦٪ من إنتاج العالم) والمركز الثانى فى إنتاج السيارات الكبيرة (٤٪).

أما فى عام ١٩٧٩ فقد بلغ إنتاج الولايات المتحدة من المركبات حوالى (٧.٤) مليون سيارة فقط بينما أنتجت اليابان فى العام نفسه (١٠.١) مليون سيارة محتلة بذلك المرتبة الأولى فى إنتاج السيارات.

وقد قابل هذا التفوق اليابانى فى مجال إنتاج السيارات كسادًا فى صناعة السيارات الأمريكية وخسائر فادحة لشركات السيارات الأمريكية.

والنمط العام فى صناعة إنتاج السيارات الأمريكية هو توزيع التخصصات على عدة مصانع ينتج كل منها جزءًا أو عددًا من أجزاء السيارة، ثم يتولى مصنع أو أكثر عملية تجميع هذه الأجزاء. ولشركة جنرال موتورز تسعة مصانع متخصصة متفرقة ومصنعان للتجميع فى ديترويت لكن شركة فورد تختلف جذريًا عن هذا النمط، فهى تؤمن بالتكامل الصناعى الرأسى، والتحكم فى مراحل عديدة من العملية الصناعية، من إنتاج المواد الخام وتصنيعها حتى توزيع المنتجات النهائية. فهى تستطيع أن تصنع الكثير مما تحتاج إليه بما فى ذلك الدهانات والزجاج، فهى تملك فرنًا عاليًا عند نهر روج River Rouge بالقرب من ديترويت، وتستغل خامات الحديد من مناجمها، وأحجارها الكلسية من محاجرها فى إقليم البحيرة العليا، والفحم من مناجمها فى كنتكى. وتنقل خامات الحديد والأحجار الجيرية إلى المصنع بواسطة المراكب البحرية التى تعود ملكيتها للشركة، وتحمل مراكب فورد المنتجات النهائية عبر قناة إيرى Erie إلى نيويورك ويعد مصنع فورد أكبر وحدة صناعية متكاملة فى الولايات المتحدة ويزيد عدد عماله عن (٩٠) ألفًا، بينما يتراوح عدد العمال فى مصانع السيارات الأخرى بين (٥ ــ ١٠) آلاف عامل.

**صناعة السيارات فى أوروبا الغربية**

يقترب الإنتاج الأوروبى من السيارات من الإنتاج الأمريكى. لكن السيارات الأوروبية بمجموعها أصغر حجمًا من السيارات الأمريكية. وبسبب أزمة الطاقة العالمية وارتفاع أسعار البترول أصبح الإقبال شديدًا على السيارات الصغيرة الأوروبية واليابانية. وهذا ما جعل السيارات اليابانية تغزو السوق الأمريكية نفسها وتغمرها بالسيارات الصغيرة.

وتعد فرنسا من أهم بلدان أوروبا الغربية فى إنتاج السيارات ويتراوح إنتاجها بين (٣ ــ ٤.٥) مليون سيارة . وهى تنافس مع ألمانيا الغربية فى احتلال الصدارة فى إنتاج السيارات فى القارة الأوربية واحتلال المرتبة العالمية الثالثة بعد اليابان والولايات المتحدة . وأهم الشركات الفرنسية لصناعة السيارات هى رينو وهى شركة مؤممة وتحتل المرتبة الأولى فى الإنتاج تليها شركة بيجو وستروين وسيمكا . وتتركز صناعة السيارات الفرنسية فى الحوض الباريسى بصورة خاصة . ثم فى مدينة سوشو (قرب الحدود السويسرية) والمافر .

وتشتهر ألمانيا الغربية بصناعة سيارات معروفة بمتانتها وخاصة من نوع (مرسيدس) وفولكسفاكن . وإنتاجها يقارب الإنتاج الفرنسى . ويسيطر عليه أربع مؤسسات صناعية كبرى هى فولكسفاكن وديملر بنز Daimler-Benz وجنرال موتورز (أوبل) وفورد . ولكن فولكسفاكن تختص وحدها بنصف الإنتاج السنوى الألمانى .

أما المملكة المتحدة فيتركز إنتاجها فى نطاق يمتد من لندن إلى كوفنترى وبرمنجهام . ومن مراكز فرعية فى لوتون وأكسفورد . وتضم كوفنترى وحدها (١١) مصنعًا للسيارات ولذلك تعرف باسم «ديترويت البريطانية» . وتسيطر على صناعة السيارات البريطانية خمس شركات كبيرة تنتج ٩٠٪ من السيارات هى : الشركة البريطانية للسيارات (BMC) وشركة روتس Roots . وشركة ليلاند . وفورد . وجنرال موتورز (فوكسهول) . وتنتج شركتا BMC وفورد ٧٠٪ من السيارات الإنكليزية .

أما فى إيطاليا فتسيطر فيات على صناعة السيارات إذ تنتج ٨٥ ٪ من السيارات الصغيرة و ٧٠ ٪ من الشاحنات الإيطالية . بالإضافة إلى صناعة الطائرات وتتركز مصانعها فى مدينة تورينو . وقد نشطت فيات خارج إيطاليا وأقامت الكثير من مصانع الإنتاج والتجمع فى عدد كبير من دول العالم مثل الإتحاد السوفياتى ويوغوسلافيا وبولندا وأسبانيا ومصر .

وإلى جانب فيات هناك مصنع (لانشا) فى تورينو . ومصنع (الفازوميو) الحكومى فى ميلانو

**صناعة السيارات فى اليابان**

تحتل اليابان المرتبة الأولى فى العالم فى صناعة السيارات . ويزيد إنتاجها عن ٣٠٪ من

الإنتاج العالمى للسيارات السياحية . وأهم شركات السيارات اليابانية : تويوتا ، سوزوكى ، داتسون ، فالنت (ميتسوبيشى) . وتقع مصانعها بالقرب من مراكز صناعة الحديد والصلب ومصادر الطاقة ،خاصة جنوبى جزيرة هونشو .

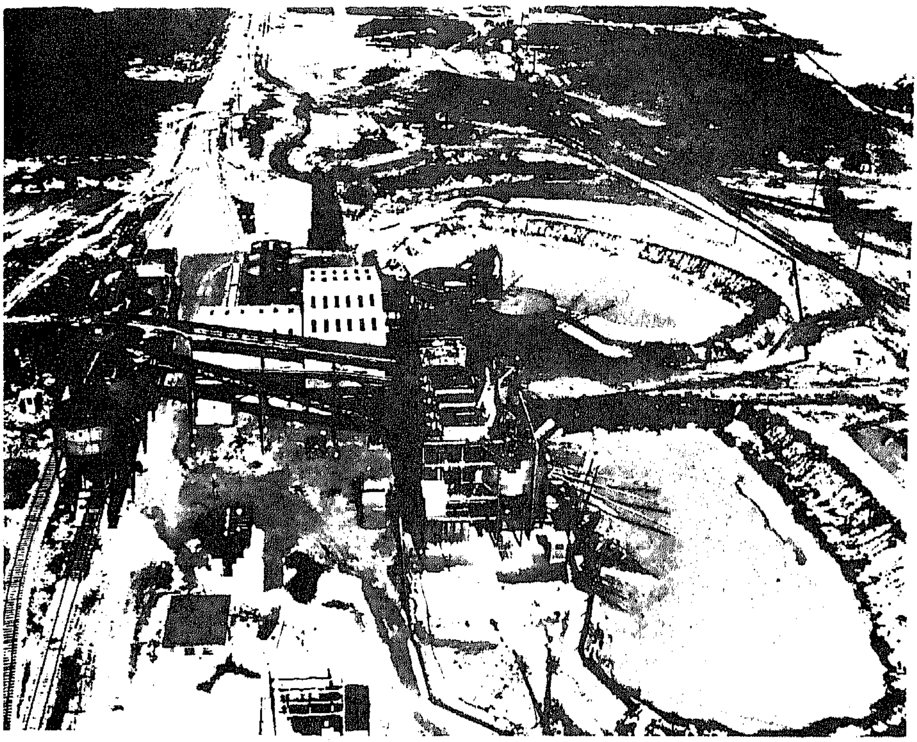
ويكمن وراء تفوق صناعة السيارات اليابانية بشكل سريع استخدام النظم الآلية فى المصانع وتوسيع دائرة استخدام العقول الإلكترونية فيها ، مما وفر ساعات العمل وخفض الأجور . كما تلقى صناعة السيارات اليابانية دعمًا حكوميًا وخاصة إنخفاض نسبة الضريبة (٢٠٪) بالمقارنة مع نظيرتها فى الولايات المتحدة (٣٠٪) .

## ٥ ـ ٩ الصناعات الكيميائية

تعد الصناعات الكيميائية واحدة من الصناعات الأساسية فى العصر الحديث لأن كثيرًا من الصناعات الأخرى تعتمد عليها وعلى منتجاتها . والصناعات الكيميائية هى نتاج المختبرات الصغيرة والأبحاث الدقيقة التى يجريها الكيميائيون فى آلاف المعامل المتناثرة فى بلدان العالم المتقدم . فالكيميائى بأبحاثه وتجاربه يقوم بعمليات التحليل والفصل مثلما يقوم بعمليات التجميع . فبتحليله وتجميعه لمنتجات لا حصر لها من البر والبحر والجو يستطيع الحصول على مواد جديدة مفيدة لاستعمالات الإنسان المختلفة . ومع أن مجموعة كبيرة من المواد الخام العضوية وغير العضوية تجمع من شتى بقاع الأرض ، وفضلاً عن المواد الموجودة فى كل مكان ، كالماء والهواء ، فإن المواد الخام الأولية الرئيسية هى الملح والكبريت والحجر الكلسى والفحم والبترول والبوتاس والفوسفات والأزوت . وتستخدم هذه المواد الأولية وغيرها فى إنتاج المواد الخام الثانوية ولاسيما الأحماض والقلويات ، والتى تستخدم بدورها فى صناعة مجموعة كبيرة من المواد الكيميائية النهائية (شكل ٦٠) .

ويمكن تقسيم الصناعات الكيميائية إلى قسمين رئيسين :

١ ـ **الصناعات الكيميائية الثقيلة** : تختص هذه الصناعة ، كما ذكرنا أعلاه ، بإنتاج المواد الكيميائية اللازمة لصناعة المنتجات الكيميائية النهائية ، مثل صناعة الأحماض (حمض الكبريتيك ـ وحمض كلور الماء (الهيدروكلوريك ) Hydrocloric وحمض الأزوت ( النيتريك ) Nitric) ، وصناعة القلويات (مثل كربونات الصوديوم والصودا الكاوية ) . وتقسم الصناعات الكيميائية الثقيلة بدورها إلى قسمين متخصصين هما : الصناعات الكهروكيميائية وترتبط بمصادر الطاقة المائية ، وتهتم بإنتاج النترات



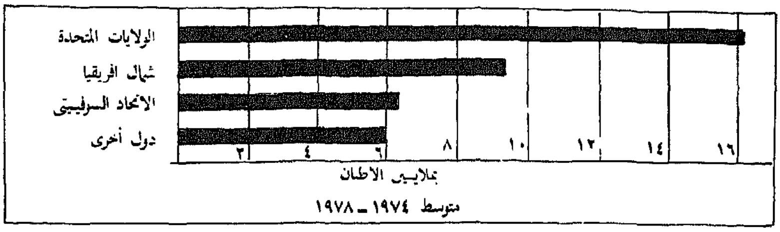
شكل (٦٠)
مصنع لتصفية البوتاس - نيومكسيكو - الولايات المتحدة

لاحظ ضخامة الإنشاءات

والأمونيا والمخصبات وعجينة الورق . والنوع الثانى هو الصناعات البتروكيميائية والتى ترتبط بإنتاج البترول والغاز الطبيعى . وتنشأ هذه الصناعات بالقرب من حقول البترول والغاز أو عند معامل تكرير البترول ، كما فى الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتى ودول غرب أوربا .

٢ ـ **صناعة المنتجات الكيميائية النهائية** : وتضم منتجات عديدة ومتنوعة لا مثيل لها فى الصناعات الأخرى . ويمكن حصر أهمها ضمن المجموعات التالية :

١ ـ الصناعات التجهيزية : كصناعة الأسمنت ، والزجاج ، والخزف والفخار . وتستخدم فيها من المواد الأولية الحجر الكلسى . والرمال (السيليكا) والصودا والفضار . (شكل ٦١) .



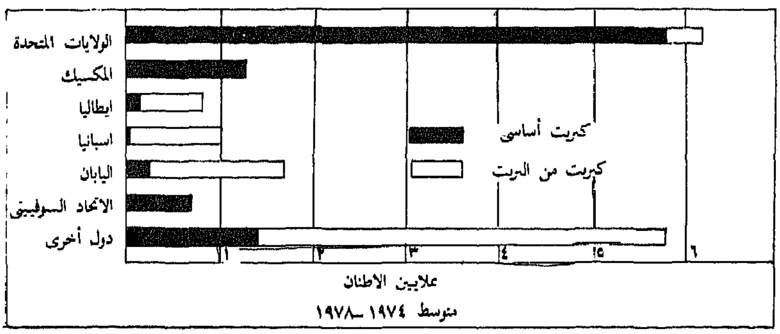

شكل (٦١) منتجو الفوسفات الرئيسيون

٢ ـ صناعة الصابون والمنظفات : تشترك فى صناعتها الزيوت النباتية والصودا الكاوية والبوتاس ومحاليل كيميائية .

٣ ـ الأسمدة : وهى الأسمدة الصناعية الفوسفاتية والأزوتية والبوتاسية . ويستخدم فى صناعتها المواد الفوسفاتية والبوتاسية وحمض الأزوت وغيرها من المواد .

٤ ـ الأصباغ والدهانات : تنتج من تقطير الفحم الحجرى ومستحضرات كيميائية أخرى وتستخدم فى صناعة النسيج . والدهانات المختلفة عادية كانت أم زيتية وكذلك فى صناعات تحضير الأغذية .

٥ ـ الحرير الصناعى والألياف التركيبية : وتستخدم فى صناعاتها مواد عضوية سيليلوزية (كالرايون) . والبعض الآخر مواد غير عضوية مستمدة من الفحم أو البترول كخيوط النايلون والبوليستر . (شكل ٦٢) .




شكل (٦٢) منتجو الكبريت الرئيسيون

٦ ـ صناعة الأدوية والعطور : وتعد منتجاتها بالآلاف . ويستخدم فى تحضير الكثير من

المحاليل والمواد الكيماوية بعضها عضوى ولبعضالاخر يعتمد على كيماويات الفحم والبترول والأحماض والقلويات .

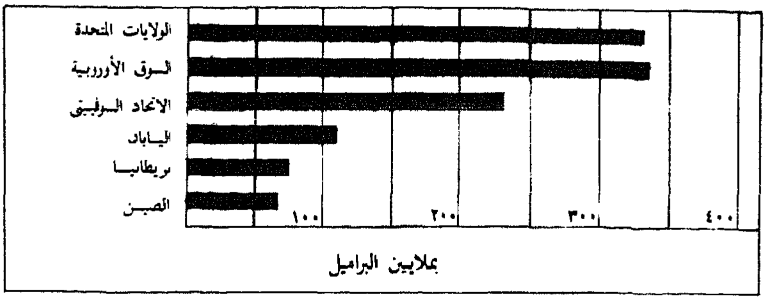
إن الصناعات الكيميائية فى غالبيتها هى صناعة الخبرة والبحث والتقدم العلمى لذلك فإن الدول الرئيسية المنتجة لها هى الدول الصناعية الرئيسية التى تتربع على عرش التقدم العلمى والتكنولوجى . ولا يمنع هذا من القول إن بعض الصناعات الكيميائية هى من النوع البسيط والقليل التكلفة والأساسى فى مجال التطور والأعمار البشرى كالأسمنت والزجاج والسيراميك والصابون . لذلك فإن هذه الصناعات تنتشر فى مختلف بلدان العالم أكثر من غيرها . وفيما يلى دراسة مفصلة عن صناعة الأسمنت فى العالم .

## ٦ ــ ٩ صناعة الأسمنت

الأسمنت مادة بنائية مثبتة صنعها الإنسان واستخدمها منذ أقدم العصور . لكن طريقة الصناعة والمواد الداخلة فيها هى التى دخل عليها التغيير والتحسين والتبديل . فالرومان هم أشهر من استعمل مادة الأسمنت من القدماء ، لذلك فقد خلفوا الكثير من الآثار والعمران التى تتحد الزمن وعوامل الطبيعة . وكان الأسمنت فى العهد الرومانى يسمى البوزلانا Pozzuolana حيث يحضر بمزج الكلسى المطفى مع الرماد البركانى الذى يكثر فى إيطاليا مهد الإمبراطورية الرومانية . ولم تتطور صناعة الأسمنت خلال العصور الوسطى عما كانت عليه أيام الرومان وظلت على حالها حتى أواخر القرن السابع عشر وبدء الثورة الصناعية الحديثة . ومع ذلك فلم ينته دور أسمنت البوزلانا القديم ، بل انتشرت صناعته فى بلدان كثيرة لا يتوفر فيها الرماد البركانى والذى استبدل بخبث الفرن العالى .

لكن الأسمنت الرئيسى المستعمل فى الوقت الحاضر والذى شاع استعماله منذ قرن ونصف من الزمن هو أسمنت بورتلند الذى صنعه جوزيف اسبدين Joseph Aspdin أول مرة عام ١٨٢٤ فى ليدز بانكلترا . (شكل ٦٣)

وتتلخص طريقة صناعة أسمنت بورتلند بحرق مسحوق من الحجر الكلسى مع الغضار بدرجة حرارة (١٥٠٠) م . باستخدام الفحم أو البترول أو الغاز وقودًا . ثم تطحن مخلفات الاحتراق المعروفة باسم كلينكر طحنًا دقيقًا ، ثم تغربل ، وبعد ذلك ، يضاف إلى المسحوق كمية قليلة من الجص لتخفيف معدل سرعة التصلب .




**شكل (٦٣)**
**منتجو الأسمنت الرئيسيون**

إن صناعة أسمنت بورتلند الحديث ليست بهذه البساطة وإنما تشتمل على عمليات معقدة جدًا ، يقرب عددها من (٨٠) عملية مختلفة . وتستخدم فيها ماكينات ثقيلة وغالية الثمن ، وتجارب مخبرية دقيقة للتأكد من تجانس الإنتاج .

وحينما يمزج الأسمنت مع الرمل والحصى والماء تقلب هذه الكتلة كلها على شكل حجر اصطناعى يعرف باسم الخرسانة . وبما أن هذه الخرسانة يمكن أن تصب فى قوالب مختلفة فهى تتمتع بميزة فريدة لا تتوفر فى بقية مواد البناء المعروفة .

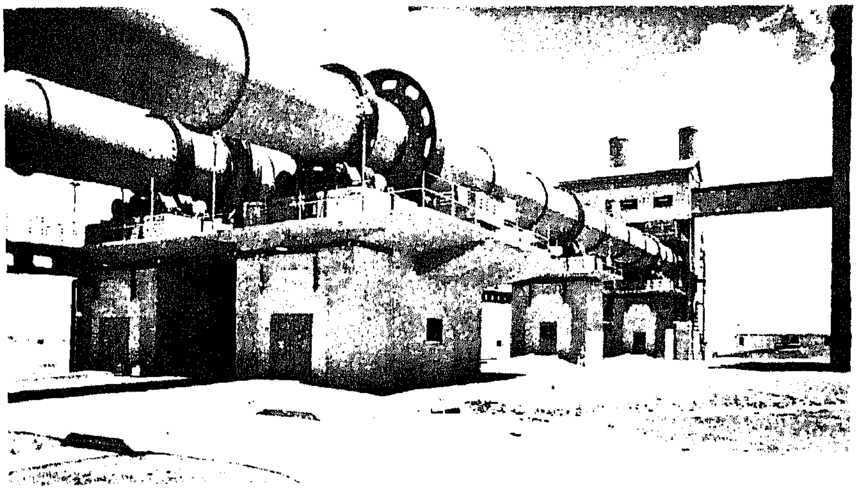
ومن العوامل التى أسهمت فى تطور صناعة الأسمنت وزيادة إنتاجها قلة الأخشاب وارتفاع أسعارها ، واستخدام أسلاك الصلب وقضبانه فى تعزيز الخرسانة . وكذلك تزايد أعداد السيارات الذى ترتب عليه إنشاء المزيد من الطرق الخرسانية والجسور والأنفاق .

إن كلاً من الأسمنت والمواد الخام التى تستخدم فى صناعته ، ثقيل فى وزنه ، كبير فى حجمه ، منخفض فى قيمته ، مرتفع فى تكاليف نقله . لذلك فإن إقامة مصانع الأسمنت تتم فى الأماكن القريبة من السوق الإستهلاكية (المدن الكبرى) وقريبًا من الأحجار الجيرية والغضار . أما الوقود فيمكن الحصول عليه من مناجم الفحم أو مصانع التكرير القريبة ، أو ربما يجلب من أماكن بعيدة ، فالوقود يبقى أخف المواد المستعملة وزنًا .

## صناعة الأسمنت فى الولايات المتحدة

لقد واكب ظهور الفرن الدوار Rotary Kiln بداية ما يدعى بعصر الأسمنت فى الولايات المتحدة خلال السنوات الأخيرة من القرن التاسع عشر . وقد أنقصت هذه الآلة

تكاليف الأيدى العاملة ومكنت من الإنتاج على أوسع نطاق . (شكل ٦٤)



شكل (٦٤)
منظر مصنع للأسمنت البورتلاندى
نموذج روتارى كيلن

ويصنع الأسمنت فى أكثر من (٣٧) ولاية أمريكية . وأهم هذه الولايات المنتجة بنسلفانياوتكساس وكاليفورنيا ونيويورك ومتشجان . ويبلغ إنتاجها أكثر من نصف الإنتاج الإجمالى الذى يقرب من (٧٢.٩) مليون طن أو ما يعادل (٩.٦٪) من الإنتاج العالمى البالغ (٧٥٩) مليون طن عام ١٩٧٧ . وبذلك تأتى الولايات المتحدة فى المرتبة الثالثة بعد اليابان (٧٣.١ مليون طن) والاتحاد السوفياتى (١٢٧ مليون طن) .

## صناعة الأسمنت فى الدول الأوربية

بدأت صناعة أسمنت بورتلند فى أوربا حوالى عام ١٨٥٠ . وقد نمت هذه الصناعة وتطورت بسرعة فى انكلترا أولاً ثم انتشرت منها إلى بلجيكا وألمانيا وفرنسا وبقية الدول الأوربية حتى الاتحاد السوفياتى . وانتجت المصانع الأوربية أسمنت بورتلند العالى الجودة بكميات كبيرة غطت حاجات الأسواق المحلية وصدرت منه كميات كبيرة إلى ما وراء البحار

ويمثل الاتحاد السوفياتى وإيطاليا (٣٨ مليون طن) وألمانيا الغربية (٣٢ مليون طن)

وفرنسا (٢٩ مليون طن) وأسبانيا (٢٨ مليون طن) الدول الرئيسية فى إنتاج الأسمنت فى القارة الأوربية . وقد بلغ إنتاج القارة الأوربية (باستثناء الاتحاد السوفياتى) من الأسمنت حوالى (٢٦١) مليون طن فى عام ١٩٧٧ . أى ما يعادل ٣٤.٤٪ من إنتاج العالم . وهى أكبر قارات العالم إنتاجًا .

### صناعة الأسمنت فى المناطق الأخرى

تنتشر صناعة الأسمنت الآن فى أكثر من (٦٠) بلدًا من بلدان العالم . وتنتج قارة آسيا (باستثناء الاتحاد السوفياتى) حوالى (١٩٩) مليون طن (عام ١٩٧٧) محتلة المرتبة الثانية بعد قارة أوربا . وتتصدر اليابان الدول الآسيوية محتلة المرتبة الثانية بعد الاتحاد السوفياتى تليها الصين التى بلغ إنتاجها (٤٠) مليون طن والتى تحتل المرتبة الرابعة بين دول العالم . وتنتج قارة أمريكا الجنوبية نحو (٣٨) مليون طن . أهم دولها إنتاجًا المكسيك (١٣.٣ مليون طن) . أما افريقيا فقد بلغ إنتاجها (٢٦) مليون طن كما بلغ إنتاج أوقيانوسيا (٦) مليون طن .

## ٧ ـ ٩ صناعة الغزل والنسيج

تعد صناعة الغزل والنسيج من أقدم الصناعات وأعظمها شأنًا . وعلى الرغم من التقدم الهائل التى أحرزته الصناعات المعدنية والكيماوية والغذائية . ما زالت الصناعات النسيجية تحتل مكانة مرموقة فى الاقتصاد العالمى إذا ما أخذت مراحلها الصناعية مجتمعة . فهى تضم صناعة حلج الأقطان . والغزل . والنسيج . والصباغة . والملابس الجاهزة وما يرتبط بها .

إن أحد الأسباب الرئيسية لازدهار صناعة الغزل والنسيج وانتشارها الواسع فى شتى القارات والبلدان هو كثرة المواد الخام وتنوعها . وهى إما مواد زراعية كالقطن والكتان والجوت أو حيوانية كالصوف والشعر والوبر والحرير أو تركيبى كالحرير الصناعى وخيوط النايلون التى أصبحت تزاحم الخيوط والألياف الطبيعية لرخص ثمنها .

### التوزيع الجغرافى لصناعة الغزل والنسيج

يؤثر فى توطن صناعة الغزل والنسيج عدد من العوامل يتصل بعضها بالظروف الطبيعية كحاجة الصناعة إلى جو رطب . وكميات كبيرة من المياه . ومصادر الطاقة . ويتصل

بعضها الآخر بالاكتشافات الصناعية فى أوربا وأمريكا . وكانت هذه العوامل هى المسؤولة عن قيام الصناعة فى أوربا والولايات المتحدة الأمريكية .

ولكن هذه الاعتبارات تتغير فى الوقت الحاضر . فالاكتشافات العلمية والآلات لم تعد حكرًا على منطقة من المناطق وإنما يمكن أن تصدر . كما أن الظروف الطبيعية الملائمة أصبح من الممكن توفيرها داخل المصنع صناعيًا . (شكل ٦٥)




**شكل (٦٥)**

**مغازل القطن المقامة عام ١٩٧٥ ـ الدول الرئيسية**

ومن دراسة التوزيع العالمى لصناعة الغزل والنسيج يتبين أن الجزء الأكبر من الإنتاج العالمى يأتى من مناطق رئيسية أربع هى : أوربا (٣٥٪) الولايات المتحدة الأمريكية (٢٨٪) والاتحاد السوفياتى (١٤٪) والشرق الأقصى (١٥٪) .

## أولاً ـ أوربا

تعد أوربا أقدم بلدان العالم التى أخذت بالصناعات النسيجية الحديثة حيث اكتشف فيها البخار ، واخترع دولاب الغزل الآلى ، ونول النسيج الآلى اللذين دفعا بصناعة الغزل والنسيج خطوات ضخمة نحو كثرة الإنتاج . وأهم الدول الصناعية :

١ ـ **المملكة المتحدة** : وقد ظلت بريطانيا زمنًا طويلاً أشهر بلدان العالم فى صناعة الغزل والنسيج ، ثم تدهورت هذه الصناعة بعد الحرب العالمية الثانية بعد أن فقدت بريطانيا معظم مستعمراتها وخاصة فى الهند والشرق الأقصى ، حيث المواد الأولية والأسواق الاستهلاكية . وبعد أن كانت بريطانيا تزود العالم بثلاثة أخماس الصادرات من

المنسوجات القطنية مثلا . هبطت النسبة إلى أقل من العشر فى الوقت الحاضر . وتعد منطقة (لانكشير) ومدينة (ما نشستر) من أشهر الأسماء فى عالم الصناعات النسيجية القطنية . كما اشتهرت (وست ريدينغ) فى (يوركشير) بالصناعات الصوفية .

٢ ـ **فرنسا** : تشتهر فرنسا بالصناعات النسيجية المختلفة من قطنية وصوفيه وحريرية . وتتركز الصناعات النسيجية القطنية فى الشمال الشرقى فى مدينة (ليل) . ثم فى وادى (الريف) المزدحم فى السكان . بينما تتركز صناعة الأنسجة الصوفية فى الحوض الباريسى وجنوب. كما تشتهر مدينة (ليون) والمدن المجاورة بالصناعات الحريرية .

٣ ـ **ألمانيا الغربية** : تتركز الصناعات النسيجية فى ألمانيا الغربية فى المنطقة الشمالية وخاصة فى مدن (بريمن) و(أولد نبرغ) ثم المنطقة الجنوبية فى (مانهايم) و(هايد لبرغ) إضافة إلى بعض المراكز فى حوض الرور .

٤ ـ **الدول الأوربية الأخرى** : ويشتهر حوض (البو) فى شمال إيطاليا بمختلف أنواع الصناعات النسيجية وأشهر المدن الصناعية هنا هى مدينة (ميلانو) . كما تشتهر سويسرا بالصناعات الصوفية والقطنية والحريرية وهى من النوع الجيد وأهم مراكزها الصناعية مدينة (زوريخ) . كما تعتبر مدينة (برشلونه) مركزًا هامًا للصناعات النسيجية فى أسبانيا .

**( أ ) الولايات المتحدة الأمريكية**

وتسود الصناعات النسيجية فى الشرق الأمريكى وخاصة فى منطقة (نيوانكلند) وجنوب الأبلاش فى ولايات (فيرجينيا) و(ألاباما) . وتمثل مدن (بوسطن) و(فيلا دلفيا) و(باترسون) فى نيوجرسى أشهر مدن الغزل والنسيج فى الولايات المتحدة الأمريكية . (شكل ٦٦)

**(ب) الشرق الأقصى**

١ ـ **الهند** : وتتركز صناعاتها فى مدن (بومباى) و(أحمد اباد) و(كونبور) و(كالكتا) وتعد الصناعات النسيجية القطنية فى الهند من أكثر الصناعات تطورًا .

٢ ـ **الصين** : وهى كالهند . تملك سوقًا واسعة . وتشكل دولة منتجة هامة للقطن . وأصبحت مدينة (شانغهاى) و(هانكاو) و(تسينغ تاو) و(تيان تسين) أهم مراكز الصناعات النسيجية القطنية والحريرية

٣ ـ **اليابان** : وتحتل اليابان مرتبة هامة بين دول العالم فى الصناعات النسيجية القطنية والحريرية (وخاصة الحرير الصناعى) . وتعد مدينة (أوزاكا) أهم مدن صناعة الغزل والنسيج اليابانية .

**(جـ) الاتحاد السوفياتى**

يتمتع الاتحاد السوفياتى بسوق إستهلاكية واسعة . كما يمتلك المواد الخام ـ وفرة ومصادر الطاقة . لذلك تطورت الصناعات النسيجية بسرعة وخاصة الصناعات القطنية والحريرية . وتعد مناطق حوض موسكو . وإقليم تركستان . والقفقاس . المراكز الرئيسية للصناعات النسيجية .

## ٨ ـ ٩ الصناعات الغذائية

تتميز الصناعات الغذائية بعدد من الخصائص التى تميزها عن غيرها من الصناعات الحديثة . وأول هذه الخصائص الانتشار الواسع للصناعات الغذائية فى مختلف جهات وبلدان العالم . والخاصة الثانية هى كثرة عدد المؤسسات الصناعية وصغر حجمها سواء بالنسبة لعدد العاملين فيها أو بالنسبة لرأس المال الموظف فيها . فمطاحن الحبوب والمخابز ومصانع المياه الغازية ومصانع الحلويات والمعجنات لا تضم عددًا كبيرًا من العمال . وثالث هذه الخواص ارتباط المصانع بوجود المواد الزراعية كمصانع السكر . والتبغ . والألبان . والخضر . والكونسروة .

ولكن توجد صناعات غذائية أخرى ترتبط بالسوق الاستهلاكية بشكل واضح كصناعة المياه الغازية والحلويات والمخابز وبعض المعجنات .

ويمكن جمع الصناعات الغذائية تحت المجموعات التالية :

١ ـ صناعة السكر : ويستخرج من القصب والشمندر السكرى .

٢ ـ الزيوت والسمن النباتى : وتستخرج من مواد نباتية كثيرة كالزيتون وبذور زيت القطن وعباد الشمس وجوز الهند ونخيل الزيت وغيرها .

٣ ـ الطحانة : ويقصد بذلك تحويل القمح والحبوب الأخرى إلى دقيق .

٤ ـ صناعة المعجنات : مثل صناعة المكرونة والشعيرية والخبز والكعك والبسكويت .

٥ ـ صناعة اللحوم والألبان ومشتقاتها : كصناعة تعليب اللحوم والسمن والزبدة والجبنة والحليب المجفف وغيرها .

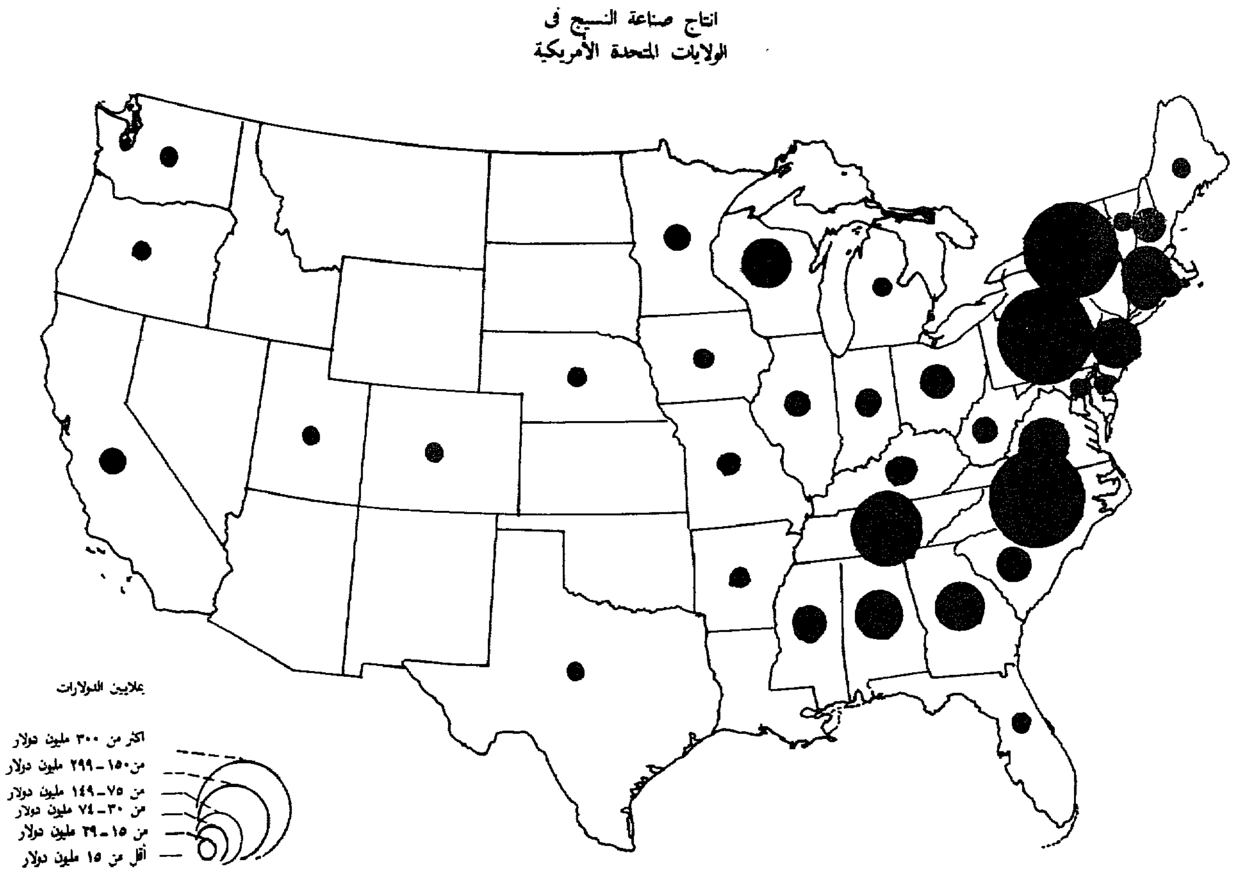
٦ ـ تعليب وتغليف الخضار والفواكه : وذلك إما بتعبئتها بعد طبخها فى علب معدنية أو تغلف بعبوات وتباع طازجة .

٧ ـ الحلويات والسكريات : كصناعة الكرميلات . والشوكولات . والحلويات الشرقية .

٨ ـ المشروبات : وهى إما مشروبات روحية أو مشروبات غازية . أوعصير فواكه .

٩ ـ المثلجات : صناعة الجليد . والبوظه .

وسنتناول لد[illegible] إحد[illegible] الغذائية الهامة والتى يزداد انتشارها والعناية بها يومًا بعد يوم [illegible] صناعة الأ[illegible]ان ومشتقاتها .




شكل رقم (٦٦) توزيع انتاج صناعة النسيج القطنى

ترجع أهمية الحليب ومنتجاته إلى قيمتها الغذائية العالية . حيث أنها تمد الإنسان باحتياجاته من العناصر الغذائية الرئيسية اللازمة له . وذلك بالإضافة إلى أنها تعتبر طعام أساسى لنمو الإنسان منذ مراحل الطفولة . لكن الخطورة تكمن فى سهولة تلوث الحليب ومنتجاته . فالجبن يحتوى على نسبة عالية من البروتين وبالتالى فهو يقوم مقام اللحم . أما الزبدة فهى مادة دهنية تزود الجسم بما يحتاج إليه من مواد زلالية ونشوية . كما يحتوى اللبن ومنتجاته على بعض الفيتامينات الهامة مثل فيتامين A وفيتامين B 1 . و B 2 . و B 6 . و Bi2 بالإضافة بعض الفيتامينات الأخرى .

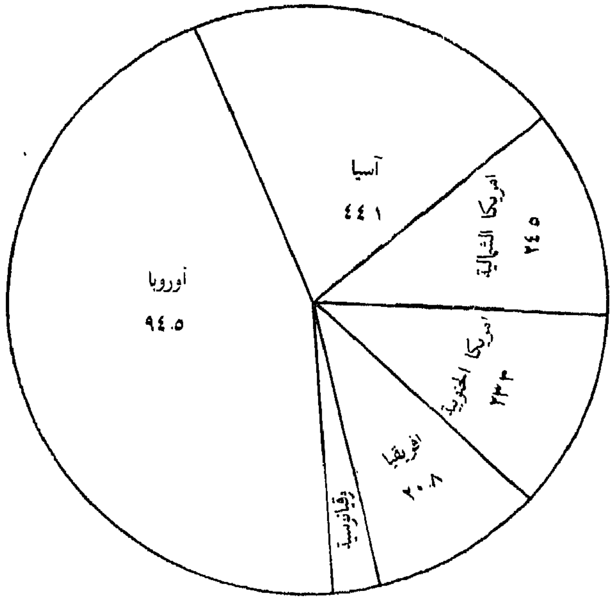
وتتألف المنتجات الرئيسية للألبان من الحليب السائل . والحليب المركز . والحليب المجفف . والقشدة . والزبدة والجبن والسمن والمثلجات «بوظة» . ويلاحظ أن معدل استهلاك الفرد من منتجات الألبان آخذ فى الإزدياد باستثناء الزبدة والسمن بسبب منافسة السمن النباتى .

وقد ترتب على ذلك زيادة الطلب على الألبان ومشتقاتها زيادة كبيرة الأمر الذى أدى إلى توجيه قدر أكبر من الاهتمام والعناية بإنتاج اللبن ومنتجاته لدرجة أن مزارع إنتاج اللبن تكاد لا تخلو منها دولة من الدول . ولكنها تتركز بصورة خاصة فى الدول المتقدمة الفنية .

إن مزارع تربية الحيوانات بالطرق الحديثة (أو ما يسمى بمزارع الألبان) من أهم العوامل التى ساعدت على تطور هذه الصناعة . إذ تُربى قطعان الماشية فيها بعناية مستمرة من حيث انتقاء الأصناف . والتغذية الجيدة . والعناية البيطرية .

وتتركز الثروة العالمية من أبقار اللبن أساسًا فى كل من أوربا وبها ٤٤.٧٪ من إجمالى الثروة العالمية . وآسيا وبها ٢٠.٩٪ . أما النسبة الباقية موزعة بين باقى القارات . فيوجد فى

أمريكا الشمالية ١١.٦٪ . وفى أمريكا الجنوبية ١١٪ . وفى إفريقيا ٩.٨٪ . وفى أستراليا وباقى دول العالم ٢٪ من إجمالى الثروة العالمية . وذلك عام ١٩٧٨ .(شكل ٦٧)

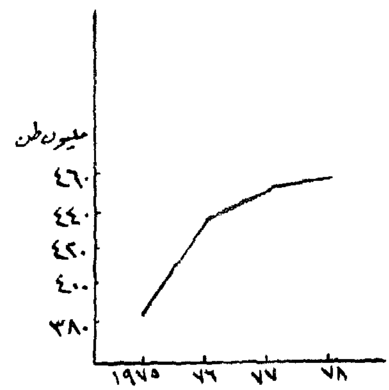



**شكل (٦٧) توزيع أبقار الحليب فى العالم**

ويحتل الاتحاد السوفياتى المقام الأول من بين دول العالم فى تربية أبقار الحليب حيث يبلغ عدد الأبقار التى تربى فيه حوالى (٤٢.٦) مليون رأس تمثل ٤٥٪ من إجمالى الثروة الأوربية كما تمثل ٢٠.١٪ من إجمالى الثروة العالمية . وتأتى الهند فى المركز الثانى بعد الاتحاد السوفياتى حيث يبلغ عدد أبقار الألبان التى تُربى فيها حوالى (١٧.٤) مليون رأس تمثل ٨.٢٪ من إجمالى الثروة العالمية . ويلى الهند كل من البرازيل وبها (١٤.٣) مليون رأس تمثل ٦.٧٪ من الثروة العالمية . والولايات المتحدة الأمريكية وبها (١٠.٨) مليون رأس . تمثل ٥.١٪ من أبقار العالم . وفرنسا وبها (١٠.٢) مليون رأس تمثل ٤.٨٪ من أبقار العالم .

بلغ الإنتاج العالمى من لبن البقر الطازج السائل فى عام ١٩٧٨ حوالى (٤١٥) مليون طن (من أصل إنتاج الحليب الطازج الكلى البالغ ٤٥٨ مليون طن) . وقد تركز هذا الإنتاج بالدرجة الأولى فى قارة أوربا حيث أنتجت ما يعادل ٦٤.١٪ من إجمالى الإنتاج العالمى .

يليها قارة أمريكا الشمالية حيث أنتجت ١٧.٥٪ من إجمالي الإنتاج العالمي . (شكل ٦٨)




تطور إنتاج الحليب الطازج في العالم
شكل (٦٨)

ويحتل الاتحاد السوفيتي المركز الأول من بين الدول المنتجة للألبان حيث بلغ إنتاجه عام ١٩٧٨ حوالي (٩٤) مليون طن تعادل ٢٢,٦٪ من إنتاج العالم . وتأتي الولايات المتحدة الأمريكية في المركز الثاني وقد بلغ إنتاجها (٥٥,٣) مليون طن تعادل ١٣.٣٪ من إنتاج العالم . ويأتي بعد ذلك كل من فرنسا وتنتج (٢٩.٩) مليون طن تعادل ٧.٢٪ من إنتاج العالم ، وألمانيا الغربية وتنتج (٢٣.٣) مليون طن تعادل ٥.٦٪ من إنتاج العالم .

ولابد من الإشارة إلى أنه في الوقت الذي يعتبر فيه الاتحاد السوفياتي أكبر دول العالم في إنتاج اللبن الطازج إلا أن انتاجية البقرة الحلوب في الولايات المتحدة تبلغ أكثر من ضعف مثيلتها في الاتحاد السوفياتي . كما أنه في الوقت الذي يزيد فيه عدد البقر الحلوب في الهند بما يزيد عن ستة أمثال البقر الحلوب في هولندا إلا أن إنتاج هولندا من الألبان يزيد عن إنتاج الهند بنسبة ٣٤.٧٪ ، ويرجع ذلك أساسًا إلى إنتاجية البقرة الحلوب في هولندا تزيد بتسعة أمثال إنتاج مثيلتها في الهند .

وتوجد أعلى إنتاجية للبقره الحلوب في كل من اليابان وتبلغ (٥٨٦٠) كجم في السنة وفي الولايات المتحدة الأمريكية وتبلغ (٥٠٩٨) كجم في السنة . وفي هولندا وتبلغ (٥٠٩٤) كجم في السنة .

## صناعة الألبان فى الولايات المتحدة

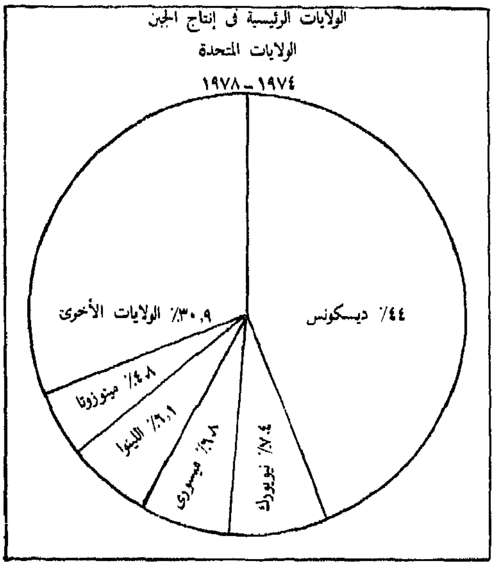
يمتد نطاق الألبان فى الولايات المتحدة على شكل هلال من ولاية منسوتا وشمال شرق آيوا . عبر وسكونش وميتشجان وبنسلفانيا ونيويورك إلى داخل نيوإنجلند . ويضم أجزاء من شمال الللينوى وإنديانا وأوهايو . وعلى العموم يتخصص الجزء الشرقى من هذه المنطقة فى إنتاج الحليب الذى يتخذ طريقه إلى الأسواق . بينما يصنع معظم الزبدة والجبن فى الجزء الغربى . ويتوزع استهلاك الحليب فى الولايات المتحدة بالنسب التالية تقريبًا . إذ يستهلك حوالى ٥٣٪ من الإنتاج السنوى كحليب سائل وقشدة . و٢٤٪ فى صناعة الزبدة . و١٠.٥٪ فى صناعة الجبن . و٣.٥٪ فى المثلجات . و٩٪ فى استعمالات أخرى .

ومعظم مصانع الزبدة فى الولايات المتحدة على هوامش مناطق الألبان الهامة . حيث لاينافسها الحليب الطازج المخصص للأسواق المحلية . وتنتج منسوتا وايوا ووسكنش أكثر من ٤٥٪ من الزبدة فى الولايات المتحدة . وقد جاء ترتيب الولايات المتحدة فى الدرجة الخامسة فى إنتاج الزبدة لعام ١٩٧٨ . حيث قدر إنتاجها بحوالى ٦.٥٪ من الإنتاج العالمى البالغ (٧) مليون طن . بينما احتل الاتحاد السوفياتى المرتبة الأولى بإنتاج (١.٥) مليون طن أى ما نسبته (٢١.١٪) من الإنتاج العالمى .

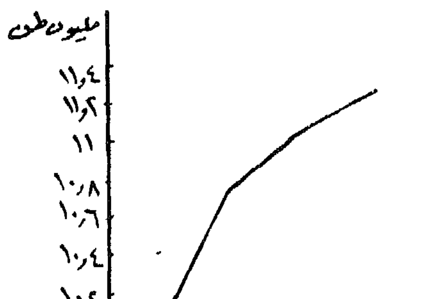
ويوجد فى الولايات المتحدة أكثر من (٦٥٠٠) مصنع للجبن حيث أنتجت (١٧٧٦) ألف طن عام ١٩٧٨ . أو ما يعادل ١٦.٩٪ من إنتاج العالم البالغ (١٠.٥) مليون طن . وهى أول دولة منتجة للجبن فى العالم يليها الاتحاد السوفياتى فى المركز الثانى . وتصنع ولاية وسكونش نصف إنتاج الولايات المتحدة من الجبن . أما الباقى فيأتى معظمه من ولايات نيويورك والللينوى وميسورى ومنسوتا . (شكل ٦٩)

أما مصانع تعليب وتركيز الحليب فهى أكبر حجمًا من مصانع الزبدة والجبن وتتطلب تزويدًا ضخمًا ومستمرًا بالحليب . وتسهم ولاية وسكونش وكاليفورنيا وأوهايو وميتشجان بحوالى نصف إنتاج الولايات المتحدة المعلب .

وقد بلغ إنتاج العالم من الحليب المعلب عام ١٩٧٨ (١١.٣) مليون طن . أنتجت منه الولايات المتحدة (١٧٦٦) ألف طن أى ما يعادل ١٥.٧٪ من الإنتاج العالمى . وهى أكبر دولة للحليب المعلب فى العالم . (شكل ٧٠)




شكل (٦٩) إنتاج الجبن فى الولايات المتحدة .




شكل (٧٠) تطور انتاج الحليب المعلب .

## صناعة الألبان فى أوربا

إن وسط وشمال أوربا بمناخه البارد الرطب وعشبه الطرى الوفير . والأيدى العاملة الكثيرة وأسواقه المدنية الضخمة ، تتوفر فيه كل الشروط اللازمة لقيام منطقة ألبان هائلة ولا يوجد مكان آخر فى العالم يدانى هذه المنطقة فى توسع مزارع الألبان وكثافتها .

ولذلك فأوربا أكبر قارات العالم إنتاجًا للحليب السائل ، حيث أنتجت عام ١٩٧٨ ٦٤.١٪ من إجمالى الإنتاج العالمى . كما أنتجت ٦٢.٦٪ من إجمالى إنتاج العالم من الحليب المعلب (مجفف ، مكثف ، مركز) . كما أنتجت ٦٣.٩٪ من إجمالى الإنتاج العالمى من الجبن ، وأنتجت ٦٤.٢٪ من الإنتاج العالمى من الزبدة ، وهى تصدر ٧٨.٩٪ من إجمالى صادرات العالم من الحليب المعلب وتصدر (٧٨.٥٪) من إجمالى صادرات العالم من الزبدة و (٨٨ ٪) من إجمالى صادرات العالم من الجبن .

ومن أهم الدول الأوربية فى إنتاج الألبان ومشتقاتها فرنسا حيث توسعت فيها مزارع الألبان فى الشمال والوسط . وتُعتبر من أهم الدول الأوربية فى صناعة وتصدير الأجبان والزبده والحليب المعلب . وقد أعطت مدينة كاممبير فى نورماندى أسمها أحد الأصناف الشهيرة من الجبن . وفى جنوب الكتلة المركزية توجد مدينة روكفور . حيث تصنع الجبنة الشهيرة من أقدم الأزمان وتعتق فى كهوف عميقة .

وتحتل هولندا المكانة الأولى فى تصدير الحليب المعلب والزبدة والجبن وهى من أشهر دول العالم بتربية الأبقار الحلوبة .

أما الدانمارك فتمتلك مزارع الألبان النموذجية فى العالم ومن أهم الدول فى تصدير الزبدة والجبن فى العالم .

وفى ألمانيا الغربية وأيرلنده وجنوبى النرويج وجنوبى السويد توسعت صناعة الألبان وتطورت . وتستخدم كل من هذه الدول حوالى نصف إنتاجها من الحليب تقريبًا فى صناعة الزبدة . وفى سويسرا تقوم صناعة ألبان مزدهرة . إذ توجد مزارع جبلية واسعة ذات أعشاب غنية تُربى عليها الأبقار الحلوب . وقد أصبحت سويسرا دولة هامة فى تصدير الجبن والحليب المجفف .

ويمتد نطاق الألبان الكبير فى السهل الأوربى الشمالى شرقًا باتجاه روسيا الأوربية وسيبيريا الغربية ، وقد رأينا أن الاتحاد السوفياتى يتصدر دول العالم بعدد الأبقار الحلوب وفى إنتاج

الحليب السائل ، بينما يحتل المرتبة الرابعة فى إنتاج الحليب المعلب (٩.٥٪ من إنتاج العالم) بعد الولايات المتحدة وألمانيا الغربية وفرنسا . كما يحتل الاتحاد السوفياتى المركز الثانى فى إنتاج الجبن (١.٥ مل طن أى ١٤.٥٪ من إنتاج العالم) بعد الولايات المتحدة ، بينما يحتل المرتبة الأولى فى إنتاج الزبدة (١.٥ مليون طن) .

## صناعة الألبان فى أوقيانوسيا

تعد نيوزيلنده من الدول الشهيرة فى العالم فى تصدير الجبن والزبدة . ومناخ نيوزيلنده يشبه مناخ شمال أوربا الغربية من حيث الرياح الغربية التى تجلب الأمطار الغزيرة والمراعى تكون خضراء كل أيام السنة .

كما تقدمت هذه الصناعة فى أستراليا وهى محصورة بشكل رئيسى فى نيوساوث ويلز وفكتوريا فى جنوب شرق البلاد حيث المناخ المعتدل الوفير المطر . وفى الفوات الجيدة تكون أستراليا من أولى البلدان المصدرة للزبدة والجبن .

## صناعة الألبان فى بقية دول العالم

إن هذه الصناعة تنتشر فى أكثر بلدان العالم الأخرى وخاصة بجوار المدن الكبرى حيث السوق المستهلكة لمنتجات هذه الصناعة . وإن توسع هذه الصناعة فى البلدان الناحية مرتبط إلى حد كبير بنمو المدن وانتشار وسائل التبريد .

ومن أهم دول العالم الثالث فى صناعة الألبان ومشتقاتها البرازيل التى أُنتجت فى عام ١٩٧٨ (١١٩٧٠) ألف طن من الحليب السائل . و(١٥٧) ألف طن من الحليب المعلب و(٥٦) ألف طن من الجبن و(٨٠) ألف طن من الزبدة .

# المراجع

## القسم الثانى
## موارد الطاقة والموارد المعدنية

## الباب الأول
## مراجع الفصل الأول
## وبعض الفصول المقبلة

**المراجع العربية العامة :**


١ ـ أحمد الصباب : المملكة العربية السعودية وعالم البترول .

٢ ـ صفوح خير : الجغرافيا الاقتصادية دمشق ١٩٧٨ .

٣ ـ عبد العزيز هيكل : النفط وتطور البلاد العربية ، معهد الإنماء العربى ، بيروت ١٩٧٦ .

٤ ـ فؤاد محمد الصقار : الجغرافيا الصناعية فى العالم ، الكويت ١٩٨٠ .

٥ ـ محمد إبراهيم الديب : الجغرافيا الاقتصادية ١٩٨١ .

## المراجع الأجنبية العامة


1. Ayres E., and C. A. Scarlett; Energy Sources, the Wealth of the world; New York: MeGraw-Hill Book Company Inc., 1952, 334 p.p.
2. Bateman A M.· Economic Mineral Deposits; Second Edition, New York: John Wiley and Sons Inc.,1950, 916 p.p.
3. Cottrell W.F.; Energy and Society: the Relation between Energy, Social Change and Economic Development; New York: MeGraw-Hill Book Company Inc., 1955, 330 p.p.
4. Jones W. R., and D. Williams; Mineral and Mineral Deposits, a Conspectus; New York: Oxford University Press, Inc. 1948, 248 p.p.
5. Lovering T, S.; The Exploitation of Mineral Resources; The Scientific Monthly Vol. 68, 1949, p.p. 90-95.
6. Louis P., L'Energie et Le desarroı, Essay sur la Croissance Energêtique.
7. Pierre G; La Geographie de l'Energie.
8. Thirring H.; Energy for Man: Windmills to Nuclear Power; Bloomington: Indiana University Press, 1958, 409 pp.
9. Van Royen. W., and O. Bowles; Atlas of the Worlds' Resources; Vol. II, Printice-Hall Inc.; Englewood Cliffs.,N. J.


## الفصل الثانى


Coulter J. W.; "White Coal"; Journal of Geography, Vol. 52. 1953, p.p. 114-116.

Mutton A. F. A.; "Hydroelectric Power in Western Europe"; Geographical Journal, Vol. 117, 1951, p p. 328-342.

New Sources of Energy and Economic Development. U. N. Department of Economic and Social Affairs, New York. 1957, pp 150.

Schur S. H., B. H. Netscher, a. o., Energy in the American Economy. The Johns Hopkins Press, Baltimore. M. d., 1966, pp 774.

Young, L. L. Developed and Potential Water Power of the U.S. and other Countries of the World, U. S. Geological Survey, Circular 367, Washington, D. C., 1955, pp 14.


## الفصل الثالث


Coal Age. New York: Me Graw-Hill Book Company, Inc., published monthly.

Doerr A., and L. Guernsey, "Man as a Geomorphological Agent. The Example of Coal Mining", Annals of the Association of American Geographers, Vol. 46, 1956 pp. 197-210.

Francis W., Coal, Its formation and Composition, Second Edition, London· Arnold, Ltd., 1961,pp 806.

Guersney L., "Strip Coal Mining: A Problem in Conservation" Journal of Geography, Vol. 54, 1955, pp. 174-181.

Manual of Statistical Information. Wilkes-Barre, Pa.: Anthracite Institute, published annually.

## الفصل الرابع

Ebel R. S., The Petroleum Industry of the Soviet Union. American Petroleum Institute, 1961, pp 167.

Hobson G. D., Some Fundamentals of Petroleum Geology. New York: Oxford University Press, Inc., 1954, pp 130.

Pratt W. E., and D. Good, World Geography of Petroleum, American Geographical Society, New York, 1950, Special Publication No. 21. p 464.

The "Fuel" volume of the Minerals Yearbook, U.S.A.

World Petroleum. New York, Published Monthly.

## الفصل الخامس

Eardley J., Uranium, the World's Expanding Frontier, Salt Lake City, Utah: U.R.C., 1955, pp 110.

Geology of Uranium, Papers translated from the Russian. N.Y.. Consultant's Bureau, 1958-pp 128.

Louis P: Lénergie et Le desarroi, Essay sur La Croissance Energetique.

Hess W.M., New Horizons in Resource Development. The Role of Nuclear Explosions, Geographical Riview, Vol. 52-1962 pp. 1-24.

# البـاب الثـانى

## الفصل الأول

Alexanderson G, "Changes in the Location Pattern of the Anglo-American Steel Industry: 1948-1959". Economic Geography, Vol. 37, 1961, pp. 95-114.

Brush J. E. "The Iron and Steel Industry in India", Geographical Riview, Vol. 42, 1952, pp. 37-55.

Holmes C. H., "Factors Affecting the Development of the Steel Industry in Intermontane America". Journal of Geography, Vol. 58, 1959, pp. 20-31.

Pounds N, J., The Geography of Iron and Steel, London: Hutchinson and Co.,Ltd., 1959, pp 192.

United Nations Dept. of Economic and Social Affairs. New York, 1955, "A Survey of World Iron-Ore Resources: Occurence, Appraisal and Use. pp 345".

Journal of the Iron and Steel Institute. London: Iron and Steel Institute.

Steel Review; London: British Iron and Steel Federation, published quarterly.

## الفصل الثانى

Andrews M.; Tungesten. the Story of an Inispensable Metal. Washington, D. C: Tungesten Institue, 1955, pp 27.

Dean R. S.; Electrolytic Manganese and its Alloys. New York: The Ronald Press Company; 1952, pp 257.

Northcott L.; Molybdenum. London, Butterworth Scientific Publications, 1956, pp 222.
Stanley R. C.; Nickel, Past and Present. Toronto: International Nickel Company of Canada, 1934, pp 74.
Sully A.; Metallurgy of the Rarer Metals. London: Thornton Butterworth, Ltd.; 1954, pp 272.
Sully A. H.; Manganese. New York: Academic Press, 1955, pp 305.

### الفصل الأول

Butts A.; Copper-Science and Technology of the Metal and Alloys. New York Reinhold Publishing Corp ; 1954, pp 936.
Cowles A.; The Tiue Story of Aluminium, Chicago: Henry Regnery Co.; 1958, pp 251.
Gross W. H.; The Story of Manganesium Cleveland, Ohio: American Society for Metals, 1949, pp 258.
The properties of Tin. Greenford, England: Tin Research Institute, 1954, pp 55.
The Zinc Industry.; The American Zinc Institute, Inc. New York, 1949, pp 62.

## الباب الثالث

Allix A. and A. Gibert; Géographie des Textiles. Paris: Librairie de Medicis, 1956.
Collings G. H.; Commercial Fertilizers, Their Sources and Use, Fifth edition. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc.; 1955, pp 617.
Cowie A.; Potash, Its Production and Place in Crop Nutrition. London: Arnold, Ltd.; 1951, pp 172.
Durand L.; "The American Dairy Region", Journal of Geography, Vol. 48, 1949, pp 1-20.
Johnson B. L.; "The Phosphate Rock Industry", Mining Congress Journal, Vol. 33, 1947, pp 107-109.
Lukermann F.; "The Geography of Cement", The Professional Geographer, Vol. 12, No 4, July, 1960, pp 1-6.
Miller E. Willard, A Geography of Manufacturing. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc.; 1962, pp 490.
Miller E. W.; "Recent Trends in the Pattern of European Manufacturing", Journal of Geography, Vol. 53, 1954, pp. 185-196.
Morris J. A.; "Cotton and Wool Textiles-Case Study in Industrial Migration",Journal of Industrial Economics, Vol. 2, 1953, pp. 65-83.
United States; see United States Census of Manufactures, United States Department of Commerce, Bureau of the Census.
Statistical Yearbook, United Nations, New York, annual. Also published by the United Nations are annual economic surveys of Europe, Latin America, and "Asia and the Far East".

# المحتـــويات


تمهيـد ........................................................ ٧

## البـاب الأول
## مـوارد الطـاقة

**الفصـل الأول :**
مدخل إلى دراسة الموارد المعدنية
الصفات المميزة لاستغلال المعادن ........................................ ١١

**الفصـل الثانى :**
القدرة المائية (الفحم الأبيض) ........................................ ٣٣

**الفصـل الثـالث :**
الفحم الحجرى ملك ينزل عن عرشه ؟ ........................................ ٦٣

**الفصـل الـرابع**
البترول والغاز الطبيعى ........................................ ١١١

**الفصـل الخـامس :**
الطاقة النووية ومصادر الطاقة الأخرى ........................................ ١٦٣

## البـاب الثـانى
## المـوارد المعـدنية

**الفصـل الأول :**
استخراج وتصنيع فلزات الحديد ........................................ ١٩١

**الفصــل الثــانى :**
فلزات خلائط الحـديد ................................................ ٢٣٧
المواد الأولية ذات الأهمية الإستراتيجية ................................. ٢٣٩

**الفصــل الثــالث :**
الفلزات غير الحديدية ................................................ ٢٥٩

## البــاب الثــالث
## الصنـــاعة

**الفصــل الأول :**
الصناعة ومقوماتها ................................................ ٣٠٣

**الفصــل الثــانى :**
دراسة تطبيقية لبعض الصناعات ................................................ ٣١٣

## المراجع

المراجع العربية العامة................................................ ٣٤٥
المراجع الأجنبية العامة ................................................ ٣٤٧